SHOUT
SHARE
IT

205

205.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

205,

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME NEUVIÈME

1880 à 1881

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, rue des Grands-Augustins, 7

1881

BRITISH MUSEUM
G SD
NATURAL HISTORY

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Séance du 8 *Novembre* 1880

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. **Douvillé,** Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. Ricard (Samuel-Lucien-Marie), rue Saint-Placide, 46, à Paris, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas ;

Le Mesle (Georges), place du Château, 19, à Blois (Loir-et-Cher), présenté par MM. de Lapparent et Douvillé ;

Korthals (W.-C.), quai Henri IV, 46, à Paris, présenté par MM. Fouqué et Michel-Lévy ;

Siegen (P.-M.), Conducteur des Travaux Publics, à Luxembourg, présenté par MM. Terquem et Daubrée ;

Guillaume (Léon), à Haraucourt (Ardennes), présenté par MM. Nivoit et de Lapparent ;

Scheyrer (Pierre-Emile), Propriétaire, avenue Trudaine, 15, à Paris, présenté par MM. Danglure et Bioche ;

Ameghino Fiorentino, rue Lebrun, 66, à Paris, présenté par MM. Gaudry et Sauvage ;

Cloez (Charles), ancien élève de l'Ecole polytechnique, rue Linné, 7, à Paris, présenté par MM. Cloez et de Lapparent;

Dutertre (Emile), à Boulogne (Pas-de-Calais), présenté par MM. de Lapparent et Sauvage;

Anson (d') (Edouard), membre de la Société géologique de Londres, Clapham Common, à Londres, présenté par MM. Prestwich et Sauvage.

Le Président annonce ensuite une présentation.

Il fait part de la mort de M. Ruinart de Brimont.

M. **Gillot** rend compte des démarches entreprises par lui pour faire augmenter la subvention que l'Etat accorde à la Société.

M. Douvillé offre, de la part de M. **Davidson,** une note sur les espèces de Brachiopodes qui caractérisent le grès armoricain de la Bretagne, dans laquelle l'auteur a figuré le *Dinobolus Brimonti* et les *Lingula Lesueuri, L. Hawkei* et *L. Salteri* (extrait du *Geol. Magazine*).

M. **Terquem** présente le troisième fascicule de la faune de la plage [de Dunkerque, qui termine ses recherches sur les coquilles microscopiques de la localité. Des circonstances particulières ont obligé de pratiquer des dragages, qui ont déterminé une élévation du rivage de plus de 60 cent. Il en est résulté que la recherche des mollusques et des foraminifères est devenue impossible : les quelques animaux qui vivaient dans le sable, ainsi que les Térébelles ont disparu ; les rares échantillons de ces annélides, que le flot rejette, ne contiennent aucune des coquilles que les localités présentaient antérieurement. Il faudra donc attendre que le rivage soit de nouveau habité, pour que les recherches puissent être aussi fructueuses que par le passé.

L'ensemble des animaux recueillis sur la plage et dans les environs de Dunkerque se monte à 524 espèces, et comprend les séries depuis les Amorphozoaires jusqu'aux Crustacés ; dans ce nombre les foraminifères figurent pour 215 espèces ou variétés, chiffre qui n'a encore été produit par aucune autre localité ; ainsi une observation, antérieure à la nôtre, indiquait éventuellement 4 espèces pour Dunkerque ; la plage d'Ostende, identique à celle de Dunkerque, n'a donné qu'environ 80 espèces ; la Norwège et l'Islande ne nous ont fourni que 115 espèces ; les côtes de l'Angleterre, d'après Williamson, ne comptent qu'environ 100 espèces, et les sondages récemment exécutés dans le golfe de Gascogne produiront à peine un nombre égal.

Malgré le grand nombre d'espèces dont nous avons reconnu la présence à Dunkerque, nous croyons que les listes sont encore loin d'être complètes ; elles sont susceptibles de recevoir de nombreuses adjonctions par des dragages répétés dans la rade ; déjà ils nous ont donné une série intéressante de Bryozoaires et deux Crustacés nouveaux; on pourra également continuer les recherches de coquilles dans les eaux douces et saumâtres, enfin publier les nombreuses espèces des Crustacés ostracodes qui abondent sur la plage.

Les recherches que nous avons faites à Dunkerque, ont produit un grand nombre d'espèces appartenant au genre *Rotalina* et nous ont conduit à apporter quelques modifications à la diagnose de ce genre. D'une part, les auteurs ont pris indifféremment les noms anciens, et ont ainsi maintenu dans la nomenclature les genres *Pulvinulina*, *Discorbina*, *Gyroidina*, indépendamment du genre *Rotalina*, établi par d'Orbigny ; d'autre part, on admettait que les coquilles de ces genres ont toujours vécu *libres;* le contraire a lieu et presque toujours les espèces sont adhérentes, tantôt à des corps mous, des algues, des ascidies, tantôt à des corps durs. C'est ainsi que nous en avons trouvé attachées sur des huîtres, des gastéropodes, des baguettes d'oursin et même sur des foraminifères. (Voyez 3e fasc., p. 132, pl. 17, fig. 10 a.)

Selon que la Rotaline est attachée et selon la nature du support, la coquille peut présenter trois formes principales : 1° la coquille est sensiblement équilatérale et présente la forme d'un disque plus ou moins convexe ou déprimé (*Pulvinulina*) ; 2° la coquille s'est attachée par la face inférieure qui est alors plus ou moins aplatie, tandis que sa face supérieure s'est allongée et a donné à la coquille une forme conique (*Gyroidina*) ; 3° la coquille s'est attachée par la face supérieure qui est devenue aplatie ou même concave, tandis que la face opposée a pris un grand développement (*Discorbina*).

Désirant voir chaque département, chaque arrondissement à même d'exhiber les richesses de son sol, dans le but de faire naître le goût des sciences naturelles et pour en faciliter l'étude, j'ai cru devoir déposer dans le musée de Dunkerque toutes les séries que j'ai recueillies, et je les ai classées d'une manière méthodique.

M. **Daubrée** présente en ces termes, de la part des auteurs, MM. Falsan et Chantre, un ouvrage intitulé : **Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône.**

Le premier volume de ce bel ouvrage donne le catalogue des blocs erratiques et des surfaces de roches rayées observés dans la partie moyenne du bassin du Rhône, classés par régions géographiques. La position de chaque bloc est indiquée d'une manière très précise et souvent accompagnée de dessins qui en représentent la forme et la situation. Le nombre de ceux qui sont décrits n'est pas de moins de 1,140.

Une revue historique et analytique des travaux antérieurs des géologues sur ce sujet suit cet exposé.

Dans le second volume une 1re section est consacrée aux formations géologiques et aux climats qui ont précédé la plus grande extension des anciens glaciers pour la région dont il s'agit. Une 2^e^ section décrit les anciens glaciers géographiquement et topographiquement, ainsi que les terrains qui en dépendent. Enfin, une 3^e^ section expose les formations géologiques, les faunes, les flores et le climat de la partie moyenne du bassin du Rhône, après la plus grande extension des anciens glaciers.

L'atlas se compose de 6 feuilles autographiées de la carte du Dépôt de la guerre, sur lesquelles ont été tracés les contours des anciens glaciers de chaque groupe, la direction des stries et des rayures des roches polies, les grandes moraines terminales, ainsi que chacun des blocs erratiques, désigné par un numéro qui se réfère à celui du texte.

M. Daubrée présente ensuite, de la part de M. **Tchihatchef**, un ouvrage intitulé : **Espagne, Algérie et Tunisie** (lettres à Michel Chevalier).

Les sujets les plus divers y sont traités avec compétence et sous une forme toujours attrayante. On lira avec un intérêt particulier son avis sur la question de la colonisation algérienne. Notre éminent confrère qui, il y a quarante ans, rapportait de l'Altaï des résultats précieux pour la géologie, et qui plus récemment a le premier présenté un tableau de la constitution du sol de l'Asie Mineure, n'a pas manqué d'enrichir sa relation d'une foule d'observations géologiques intéressantes. Comme on peut le supposer aussi, le traducteur et commentateur de la géographie botanique de Criesbach a donné une large place à la flore des pays qu'il visitait.

M. **Chaper** présente à la Société un volume qu'il vient de publier sous le titre de :

Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe

Chargé d'une mission industrielle aux célèbres mines de diamants du Griqualand West, il a recueilli le plus grand nombre possible de renseignements sur cette partie de l'Afrique qu'aucune publication française n'avait encore fait connaître.

Le premier chapitre contient des indications générales, malheureusement très sommaires, sur la constitution géologique de l'Afrique australe en général.

Le second est consacré à la description des gîtes du diamant. La matière dans laquelle cette pierre précieuse est contenue, est une boue serpentineuse éruptive qu'on trouve aujourd'hui dans les « boutonnières » ou « puits » d'éruption où elle s'est consolidée ; les parties épanchées à l'extérieur ont été enlevées par des érosions superficielles, et les débris en ont été entraînés le long des vallées où l'on exploite encore les alluvions dans lesquelles le diamant a tout d'abord été découvert.

L'auteur donne les traits caractéristiques de l'allure et de la physionomie géologique de ces gîtes : matières venues au jour à basse température, à l'état très fluide ; éjaculation non pas unique mais multiple ; phénomènes d'affaissements et de dislocations ultérieurs ; dykes de roches ophitiques postérieurs à l'éjection du minerai : phénomènes divers d'émanation ayant amené au jour par-dessus le minerai des matières diverses et notamment des zéolithes, etc., etc. Il examine ensuite les minéraux qui accompagnent le diamant : grenat, fer titané, fer oxydulé, sahlite, vaalite, etc..... étudiés par M. Friedel, et les roches étudiées par MM. Fouqué et Michel-Lévy. De cet examen, il ressort que le diamant n'a point été arraché à une roche préexistante, et que le minerai où on le trouve en est la gangue mère.

Les conditions passées, actuelles, et futures de l'exploitation forment l'objet du troisième chapitre. L'auteur y passe en revue les difficultés de tout genre que l'industrie rencontre en un pareil pays. Il montre les conséquences qui résulteront forcément dans un avenir prochain des méthodes actuelles de travail et de l'imprévoyance des exploitants : il expose les transformations si rapides qu'a subies l'état des choses aux « diamond fields », transformations qui sont loin d'avoir atteint leur terme.

Enfin le quatrième chapitre complète les précédents en donnant les principaux traits du régime social et légal auquel sont assujetties les personnes, les propriétés et notamment les mines. L'auteur montre comment l'état actuel dérive de l'état initial et met en relief les singulières et fort embarrassantes conséquences de cette origine.

Une publication ultérieure sera spécialement consacrée au diamant.

L'ouvrage est accompagné d'un tableau résumant les études de MM. Fouqué et Michel-Lévy sur les roches rapportées par l'auteur, ainsi que d'une carte, trois plans, et huit planches photolithographiques indispensables à l'intelligence du texte.

M. **G. Dollfus** offre à la Société, de la part de M. Mourlon, la « **Géologie de la Belgique** » et ajoute les développements suivants :

M. Michel Mourlon, notre confrère de Bruxelles, m'a chargé d'offrir à la Société géologique le premier volume qu'il vient de faire paraître de la « Géologie de la Belgique ». Je suis d'autant plus flatté de cette mission qu'il ne s'agit point ici d'un livre de géologie ordinaire, mais bien d'une œuvre d'un géologue écrite pour les géologues.

Ce premier volume est du reste un tout complet, un résumé, le plus condensé, le plus nourri, le plus fidèle qu'on puisse espérer de tous les travaux successifs qui ont amené la géologie belge à l'état avancé qu'elle a atteint aujourd'hui. Il n'y a dans ce volume, ni définitions élémentaires, ni phrases inutiles, ni longues dissertations; c'est un sommaire stratigraphique de la série entière des terrains. Des coupes bien choisies, typiques, empruntées aux principales autorités mettent sous les yeux l'exposition des faits sans commentaires. M. Mourlon même, qu'il nous soit permis de lui adresser une critique à cet égard, disparaît un peu trop, c'est toujours d'après les maîtres qu'il parle, d'après d'Omalius, d'après Dumont pour lequel on doit lui pardonner un certain culte, car il en a récemment édité les œuvres manuscrites si importantes pour la stratigraphie belge; d'après Gosselet, d'après Dewalque, d'après les Cornet et Briard, les Dupont, etc. La jeune géologie belge voit aussi ses travaux accueillis et reproduits avec justice : MM. Rutot, Van den Broeck, Vincent, etc., ne sont pas oubliés. La description du terrain primaire est accompagnée de deux planches de sections microscopiques de roches d'après MM. de la Vallée-Poussin et Renard. Les recherches persévérantes de M. Malaise sur le Silurien sont inscrites. Mais qu'il nous soit permis de regretter la variété et la divergence de la nomenclature du Dévonien ; pour certains terrains les noms de Dumont sont conservés, pour d'autres les types minéro-géographiques plus modernes de M. Gosselet sont adoptés, ainsi après le Hundsrückien et l'Ahrien viennent le Poudingue de Burnot et les Schistes de Hierges.

Dans l'impossibilité où nous sommes de résumer le résumé de M. Mourlon, nous ne citerons que les points qui nous paraissent offrir quelques nouveautés, ou demander quelques éclaircissements.

La subdivision des Psammites du Condros est due à l'auteur lui-même. Un nouveau tableau de la classification du calcaire carbonifère a été communiqué par M. Dupont. Un grand nombre de petits renseignements nouveaux sont exposés sur le Houiller, mais on voit encore qu'un grand travail d'ensemble sur la stratigraphie de détail de cette importante masse minérale est toujours à faire ; c'est là une lacune qui ne s'explique que par la difficulté d'exécution de l'œuvre.

Les notes, fort courtes, sur le terrain jurassique, sont empruntées soit à d'Omalius ou à M. Dewalque, soit à MM. Terquem et Piette.

Le terme d'Aachénien disparaît heureusement : M. Mourlon montre que le terrain ainsi désigné est (dans le massif du Hainaut) l'équivalent du Wealdien. Cette craie du Hainaut est aujourd'hui bien connue, mais ses relations avec le massif de Maëstricht sont encore en parties obscures.

Le Tertiaire occupe une place d'honneur, qui lui était bien due, quand on songe aux modifications qu'y ont introduites les recherches de ces dernières années.

Comme document nouveau, il faut citer l'énumération des couches traversées par le puits artésien de Hasselt d'après Dumont, et des coupes originales du même auteur ou inédites de M. Mourlon dans le Landénien, le Panisélien, le Bruxellien, etc.

Des exemples nombreux et caractéristiques de l'altération des sables calcareux par les eaux atmosphériques sont insérés et expliqués pour le Laekenien et le Wemmelien.

Le terme d'Oligocène est adopté et subdivisé en Tongrien, Rupélien et Boldérien ; l'Oligocène supérieur manque en Belgique ; ici les coupes et les indications abondent.

M. Mourlon choisit le terme de *Mio-Pliocène*, pour désigner les sables noirs inférieurs d'Anvers à *Panopœa Menardi*, à *Pectunculus pilosus*, couronnés par les sables graveleux à Hétérocètes, dont la faune lui paraît différer trop de celle des vrais dépôts pliocènes typiques. Le vrai Pliocène qui vient au-dessus se subdivise en Anversien et Scaldisien.

Une dizaine de pages sont consacrées au Quaternaire et les terrains modernes si souvent dédaignés sont décrits. Une carte géologique, extraite du « Patria Belgica », très réussie pour sa taille, puis des tableaux et des tables terminent ce premier volume de l'ouvrage.

Le tome second qui paraîtra bientôt, contiendra une liste bibliographique complète de la littérature géologique belge, et des listes de fossiles aussi étendues que possible, par terrains, pour lesquelles l'auteur a eu la collaboration de nombreux spécialistes, MM. Nyst, Bosquet, Van Beneden, Houzeau, Coemans, etc., ont été mis à contribution.

Qu'il me soit permis en terminant de dire hautement qu'un pareil ouvrage manque absolument pour la France ; aucun travail général qui ne soit un livre ancien ou élémentaire n'existe sur la géologie française, avec coupes à l'appui, etc. Nous n'avons pas non plus de ces catalogues bibliographiques dont les Anglais nous ont depuis longtemps montré l'exemple, qui abrègent le travail et empêchent les redites ou les omissions. Enfin les catalogues paléontologiques nous font plus que jamais défaut, et je me permettrai d'insister à cette nouvelle occasion sur ce manque de listes locales ou générales de fossiles et d'en souhaiter la publication.

M. **Daubrée** présente, au nom de l'auteur, M. de **Botella**, inspecteur général des Mines, la **Carte géologique d'Espagne** qui vient d'être publiée et dont l'Académie avait déjà reçu le manuscrit en décembre 1878 (1).

Postérieurement aux publications fondamentales dont on est redevable à notre éminent et regretté confrère M. de Verneuil, et à son collaborateur M. Collomb, c'est-à-dire depuis quinze ans, des faits nouveaux et nombreux ont été observés, soit par M. de Botella, soit par divers géologues et ingénieurs dont les noms figurent sur la carte. Toutes ces données nouvelles ont amené diverses additions et modifications, que l'on peut suivre distinctement, malgré la petitesse de l'échelle, sur cette carte, dont le canevas géographique est dû à M. Coello. On y remarque comment de nombreux pointements de roches éruptives de diverses époques y sont répartis en directions bien déterminées. Les géologues consulteront cette carte fort utilement et avec d'autant plus de facilité que M. de Botella y a conservé les teintes et les notations adoptées pour la carte géologique de la France.

Dans une note manuscrite jointe à sa carte M. de Botella indique pour chaque province les modifications introduites par lui et les travaux dont il s'est servi. Il donne notamment le résultat de ses observations personnelles sur la province de Grenade et sur la chaîne de la Sierra Nevada, autour de laquelle semblent circonscrits en Espagne les dépôts permiens.

Ce massif montagneux est peut-être, dit-il, le plus important de toute l'Espagne. De sa crête, presque toujours couronnée de neige, se détachent les pics de l'Almirez, du Chullo, de l'Alcazaba, de Veleta et celui de Mulhaceni qui s'élève à 3,481 mètres. Considérée géologiquement la Sierra Nevada se trouve constituée par une énorme masse de schistes de diverses variétés, qui reposent sur des micaschistes et des talschistes grenatifères, entre lesquels viennent s'intercaler parfois certaines couches assez puissantes de marbres laminaires ou saccharoïdes, blancs ou d'un jaune pâle, parsemés de paillettes de mica. Dans certains points, les micaschistes au contact de roches dioritiques passent à des gneiss qui se présentent en couches alternantes ; mais le passage le plus fréquent est à des schistes talqueux, chloritiques, amphiboliques, graphitiques, alunifères et argileux, entre lesquels se présentent en grandes couches des grès et des quartzites, le tout avec un développement réellement extraordinaire, qui montre toute l'importance qu'atteint ici le groupe des formations archaïques, soit le Huronien et le Cambrien inférieur.

---

(1) Comptes rendus, t. LXXXVII p. 1099.

Des roches dioritiques et surtout des serpentines arrivent au jour en un grand nombre de points, formant de puissantes masses intercalées entre les couches ou occupant des espaces de plus ou moins d'extension. Les minerais de fer abondent, et aussi ceux de plomb, de cuivre, de nickel et de mercure ; mais les fossiles sont tellement rares que c'est à peine si j'ai pu observer quelques traces qui paraissent dues à l'*Arenicola didyma*. Vers la partie supérieure de cette formation les schistes argileux se décomposent en une roche brillante, onctueuse, de couleur rose, verdâtre ou lilas, roche tellement caractéristique dans cette région, qu'elle reçoit le nom de *Launa*, et qu'elle est employée à cause de son imperméabilité pour couvrir les terrasses des habitations. C'est, recouvrant ces *launas* et en stratification discordante, que se montrent les calcaires que leur faciés spécial sépare, malgré leur caractère fortement dolomitique, des calcaires magnériens du Trias et que l'ensemble de leurs caractères, à défaut de preuves plus concluantes, m'a porté à considérer comme appartenant aux divers étages du Permien et particulièrement à sa partie moyenne, soit au Zechstein. Ces calcaires qui s'élèvent en de nombreux endroits à de grandes hauteurs sur les deux flancs de la Sierra Nevada forment presque en totalité les Sierras Almijara, de Lujar, de Gador, celles d'Adra, de Babuena, de Turon, de Baza, se montrent près de Seron dans la Sierra de Filabres et se continuent par chaînons interrompus jusqu'au cap de Peñas, en s'étendant un peu plus au nord par les Sierras de la Cadena, d'Orihuele et de Callosa. Pour abréger nous désignerons ces calcaires sous le nom de *calcaires de Gador* parce que c'est dans cette chaîne qu'ils prennent leur plus grand développement arrivant à une hauteur de plus de 2,300 mètres.

Généralement magnésiens, ces calcaires sont parfois compactes et à fracture conchoïde, parfois entièrement massifs, d'autres se montrent en couches excessivement minces et feuilletées ; d'autres sont cellulaires, leur couleur varie depuis le gris jusqu'au brun rougeâtre. On y observe de nombreuses veines de spath calcaire et des amas souvent importants de gypse blanc saccharoïde ou concretionné. Ces calcaires dolomitiques renferment les innombrables gîtes de galène de la Sierra de Gador et constituent à mon avis le Zechstein ou calcaire gris magnésien.

D'autres couches également dolomitiques sont compactes, et se détachent en longues crêtes d'un noir brillant ; leur caractère essentiel est d'être cellulaires et même caverneuses, et ces calcaires prennent souvent une structure bréchoïde si prononcée qu'ils paraissent extérieurement comme un agrégat de fragments séparés, quoique cet aspect disparaisse à l'intérieur.

D'autres fois les couches calcaires noirâtres ou gris foncé sont bitumineuses, essentiellement fétides et cristallines, et leur structure est massive, bréchoïde ou feuilletée ; elles se débitent alors en couches de quelques mètres, qui passent à 25 ou 30 mètres.

D'autres enfin, de structure celluleuse, de couleur gris rougeâtre ou gris obscur, ont toutes leurs cellules remplies de cendres pulvérulentes, dolomitiques, remplacées quelquefois par des grains de galène ; il y en a qui présentent des zones parallèles alternativement blanches et noires de l'aspect le plus régulier, et entre les couches calcaires s'intercalent dans certains points des couches de marnes argileuses schistoïdes, bleuâtres ou verdâtres.

Les dolomies forment également des couches puissantes d'un blanc mat soit compactes soit celluleuses, avec de grands rognons de même nature qui remplissent les cavités de la roche. Les dolomies et les calcaires se décomposent en certains endroits en masses isolées de plus de 20 et de 30 mètres de hauteur qui s'élèvent sur les flancs de la Sierra et que l'on désigne vulgairement dans le pays sous le nom de *frailes* (moines).

Tel est l'ensemble de roches qui me paraissent l'équivalent du *Zechstein*, de la *Rauwacke*, du *Rauchstein*, de l'*Asche*, du *Stinkstein* et du *Letten* des Allemands, et qui représenteraient l'étage moyen du Permien.

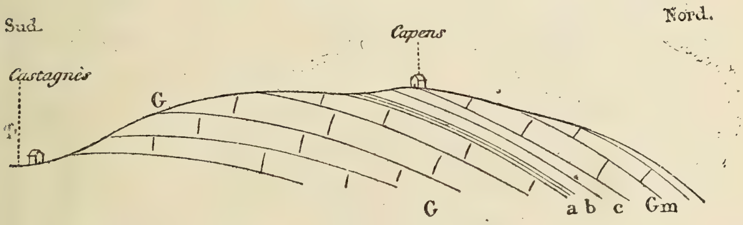
Quand à l'étage inférieur, on trouve bien dans certains endroits des Grès feuilletés blancs et gris (*Weissliegende* et *Grauliegende*) ; mais dans un seul point, au village d'Alcolea, j'ai pu bien déterminer le Rothliegende, soit sous son aspect de conglomérat à gros fragments de quartz, soit sous celui d'argiles d'un rouge passant au noir, fortement imprégnées d'oxyde de fer.

Pour ce qui se rapporte au Permien supérieur, je ne dirai point qu'il n'existe pas, mais malgré mes recherches multipliées par toute la chaîne, je n'y ai pas encore rencontré l'équivalent du Grès des Vosges.

J'ajouterai pour terminer ces indications que sur toute cette région s'observent les effets les plus marqués du métamorphisme en grand, que le nombre de sources thermales magnésiennes est très considérable et que la partie méridionale de la Sierra Nevada a du être constamment émergée depuis le dépôt de ces couches jusqu'à l'époque des dernières formations tertiaires qui les recouvrent directement dans les environs et dans la plaine d'Alméria, dans la vallée d'Andara et dans les plaines de Ujijar.

M. Albert **Gaudry** donne l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée de Pamiers, par M. l'abbé **Pouech** :

Je viens d'explorer dans l'Ariège un nouveau gisement de reptiles fossiles. Je suis stupéfait de sa richesse; ce n'est pas trop vous dire que par le nombre et l'entassement des ossements, c'est Pikermi. Des os longs dont la section est de huit ou dix centimètres, s'entrecroisent dans tous les sens, et sont si nombreux, que pour en arracher un il faut en briser dix autres. Il y a même à la base un banc couleur orange, qui n'est qu'une brèche toute composée de ces os. J'y ai remarqué surtout des restes de crocodiles, de tortues et un humérus d'un Énaliosaurien qui est peut-être un Polyptychodon. Ce gisement est situé dans la commune du Mas d'Azil, au N.-E. de Capens, au bord de l'Arize. En voici la coupe :



G. Grès, représentant l'assise supérieure d'Alet; *a*, *b*, *c*, gisement des fossiles.

a Argile noire, charbonneuse, bitumineuse, stérile, 2 à . . . .

b Gisement proprement dit présentant de bas en haut :

1° Argile sèche, dure, schisteuse, sablonneuse et micacée avec empreintes et tests pourris de Cyrènes? Stypite et os de Crocodiles, dents et aussi fragments de carapaces d'Emydes et autres tortues, environ. . . . . 2^{m}

2° Immédiatement couche de calcaire marneux, couleur orange, vraie brèche osseuse, pétrie d'ossements énormes de crocodiles et autres reptiles? tortues en particulier. . . . . 0^{m}40

3° Argile fine, compacte, onctueuse, gris noir, riche en ossements de dimensions énormes comme entassés, dents de crocodiles et carapaces de tortues; 1m

c Argile grise moins compacte et stérile, toit du gisement . 1m05

Sur cette argile, vient une assise de Grès souvent marneux, G *m*.

Le gisement se trouve ainsi à la partie moyenne des Grès d'Alet de d'Archiac (1), — à la base du crétacé moyen Cr de la coupe d'Ausseing de Leymerie (2).

Enfin il est dans la section *J*, à la partie moyenne du n° 33 du mémoire de M. l'abbé Pouech (3).

M. A. Gaudry présente de la part de M. **Dante Pantanelli** un mémoire sur les **radiolaires des jaspes de la Toscane**.

Le savant paléontologiste de Sienne pense que, dans le plus grand nombre des cas, les jaspes de Toscane ne sont pas les résultats de phénomènes métamorphiques, mais sont des agrégats de restes d'organismes à squelette siliceux disposés en grandes masses stratifiées. Il y a trouvé une multitude de radiolaires. Il a pu en déterminer trente espèces dont il a donné la description et la figure ; quelques-unes de ces espèces proviennent du Lias et de la Craie; la plupart ont été tirées du terrain éocène. M. Pantanelli est d'accord avec son savant confrère de Sienne, M. de Stefani, pour prétendre que les jaspes remplis de radiolaires, annoncent des dépôts opérés dans de grandes profondeurs.

Il rappelle à ce sujet que M. Wyville Thomson a trouvé le fond de la mer, au-dessous de 2,700 brasses, constitué par une boue rougeâtre où dominait la silice, et si riche en radiolaires et en spicules d'éponges qu'il l'a appelée poussière d'organismes vivants. La plupart des jaspes seraient quelque chose d'analogue qui se serait consolidé.

M. Pantanelli croit que les radiolaires et les autres organismes microscopiques sont destinés à rendre de grands services pour la détermination des terrains, car on les trouve en abondance dans des roches où les autres fossiles sont rares.

M. Gaudry entretient ensuite la Société des recherches que M. **de Saporta** fait en ce moment sur les **Goniolina**, ces fossiles problématiques du Jurassique dont l'apparence extérieure rappelle les Cystidés, mais dont la structure interne diffère de tout ce qui est connu dans le monde animal. Il lit l'extrait suivant d'une lettre de M. de Saporta à ce sujet :

---

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e série, t. XI, p. 188.

(2) 2e série, t. XIX, p. 1101.

(3) 3e série, t. XVI, p.

« Je suis maintenant persuadé de la nature végétale de ces sortes de fossiles. La concordance avec les fruits agrégés de Spadiciflores (Pandamées et Araïdées) est tout à fait incontestable soit par l'extérieur soit par ce que j'ai pu saisir de la structure intérieure.

« Au contraire je ne connais aucun animal inférieur auquel cette sorte de fossile puisse être assimilée. On distingue très bien sur chacune des petites plaques hexagonales, six facettes séparées par des carènes commissurales, qui aboutissent à une aréole centrale marquée par elle-même dans le milieu d'une cicatricule, qui se rapporte au point où était inséré le stigmate. Les Pandamées sont construites d'une façon exactement pareille. Grâce à l'un de vos échantillons, ouvert et montrant l'intérieur à l'aide d'une cassure, on reconnaît l'existence d'un axe ou réceptacle central, en forme de pelotte ovoïde, marquée des cicatrices d'insertion des carpelles, sur lequel ces carpelles, dont on suit le prolongement, étaient implantées.

« Tout cela est conforme à la structure propre aux fruits agrégés en général et aux Spadiciflores en particulier ; je crois qu'aucun animal inférieur n'offre une disposition semblable. Ajoutez que d'après le mode de fossilisation, les Goniolina, d'abord assez solides pour avoir servi de point d'attache à des huîtres, ont dû se dissoudre et donner lieu à un creux où le sédiment introduit a opéré un surmoulage ; or un tégument ou corps d'animal dur et calcaire, comme le serait un crinoïde ou un polypier, n'aurait pu se dissoudre de cette façon en donnant naissance à un moulage d'une remarquable fidélité en ce qui concerne la superficie extérieure. »

Note sur un **Reptile** *très perfectionné, trouvé dans le* **Terrain permien**,

par M. Albert **Gaudry**.

MM. Roche auxquels on doit déjà plusieurs découvertes de curieux fossiles viennent de trouver dans le Permien d'Igornay (Saône-et-Loire) un nouveau genre de reptile. Suivant leur généreuse habitude, ils en ont fait don au Muséum de Paris.

Le quadrupède d'Igornay est le plus parfait des animaux qui aient encore été rencontrés dans les terrains primaires de la France. Tandis que l'*Archegosaurus*, l'*Actinodon* et l'*Euchyrosaurus* avaient leurs vertèbres encore imparfaitement ossifiées, il avait des vertèbres dont l'ossification était achevée ; c'est pourquoi dans la note à l'Académie où j'ai annoncé sa découverte, j'ai proposé de l'appeler *Stereorachis* (1).

Le *Stereorachis* présentait une autre marque de supériorité sur les reptiles qui vivaient avec lui. Son humérus avait dans la partie distale un canal nevro-artériel ; son épitrachlée et son épicardyle étaient élargis comme chez les animaux dans lesquels les muscles supinateurs et pronateurs ou les muscles extenseurs et fléchisseurs ont un grand développement ; cela annonce des bras presque aussi perfectionnés que ceux des mammifères.

Le bloc qui a été recueilli par MM. Roche renferme, outre les vertèbres et l'humérus, des mâchoires avec de grandes dents, des côtes, un os que je crois une clavicule, une plaque que je suppose l'homologue du coracoïde et de l'omoplate, un curieux entosternum, des écailles brillantes et aciculées comme celles des Ganocéphales, un coprolite.

Le Stereorachis avait des traits de ressemblance avec les Thériodontes de la Russie et de l'Afrique australe sur lesquels M. Owen a fait d'importants travaux, et avec les Pélycosauriens des Etats-Unis dont on doit la découverte à M. Cope.

M. Dollfus analyse le mémoire suivant :

Sur les **Colonies** (2) *dans les roches* **taconiques** *des bords du* **lac Champlain**,

par M. Jules **Marcou**.

(PL. I ET II).

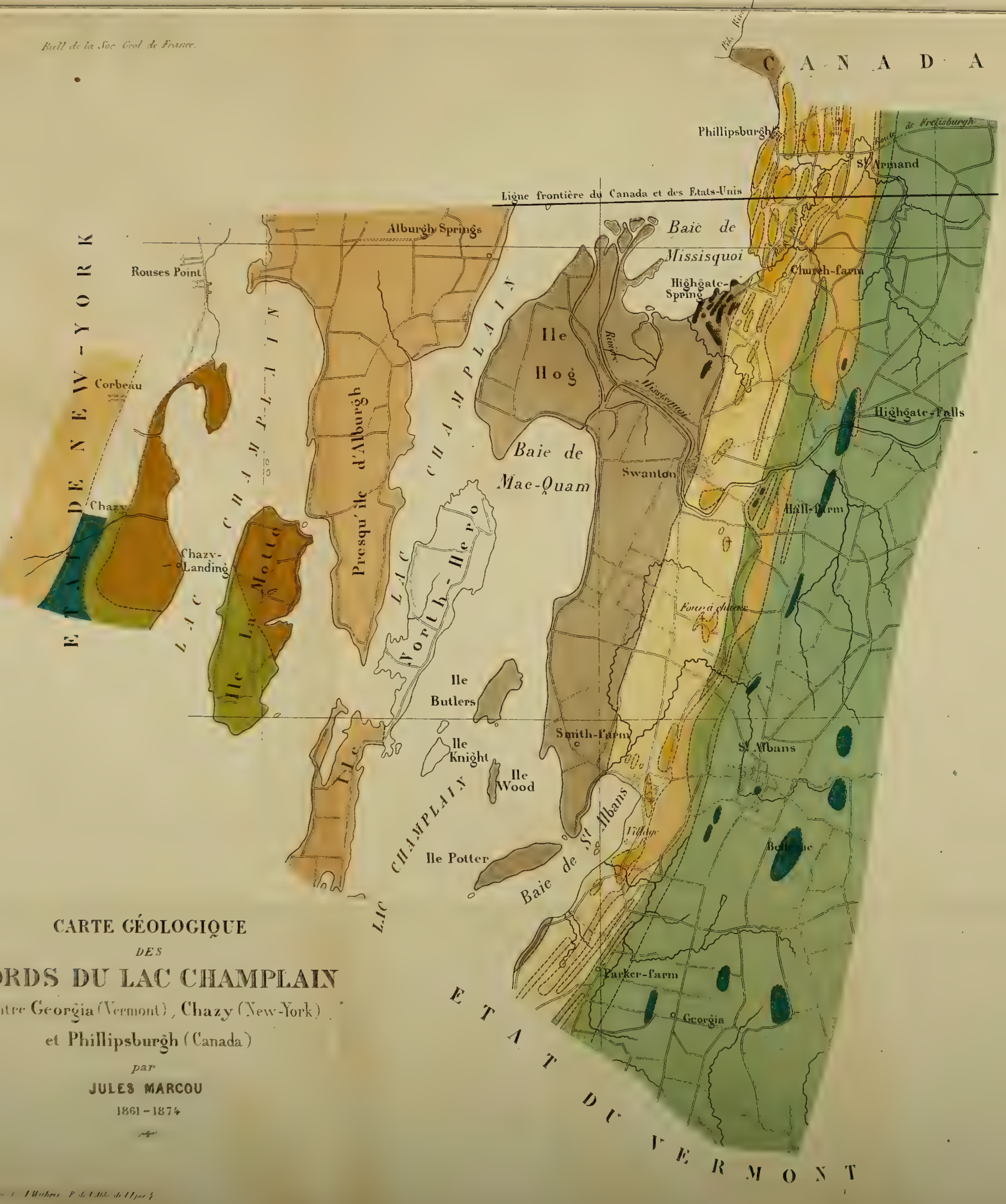
Préliminaires. — M. Barrande a publié en 1861, dans le Bulletin (3), un mémoire intitulé : *Documents anciens et nouveaux sur la faune primordiale et le système Taconique en Amérique.* Dans ce travail il expose avec clarté, justice et impartialité l'état de la question relative au terrain ou aux roches Taconiques du Docteur Emmons.

---

(1) Στερεὸς, solide ; ῥάχις, colonne vertébrale. J'ai cru pouvoir supprimer un h, dans Stereorachis par ce qu'on a l'habitude d'écrire rachis et non rhachis.

(2) J'emploie l'expression de *Colonie*, pour rendre hommage à mon illustre maître, M. Barrande. Colonie veut dire : Réunion d'individus ou d'êtres qui ont quitté un pays pour en peupler un autre. Or, dans les *Colonies* de la Bohême ou des bords du lac Champlain, on ne sait pas quels pays ces êtres ont quitté. On peut dire même qu'au lieu de *Colonies*, on se trouve en présence de *berceaux* ou de *centres de création*. Pour ne rien préjuger, dans une science d'observation comme la nôtre, la meilleure expression serait : *Centres d'apparitions d'êtres précurseurs et de types prophétiques.*

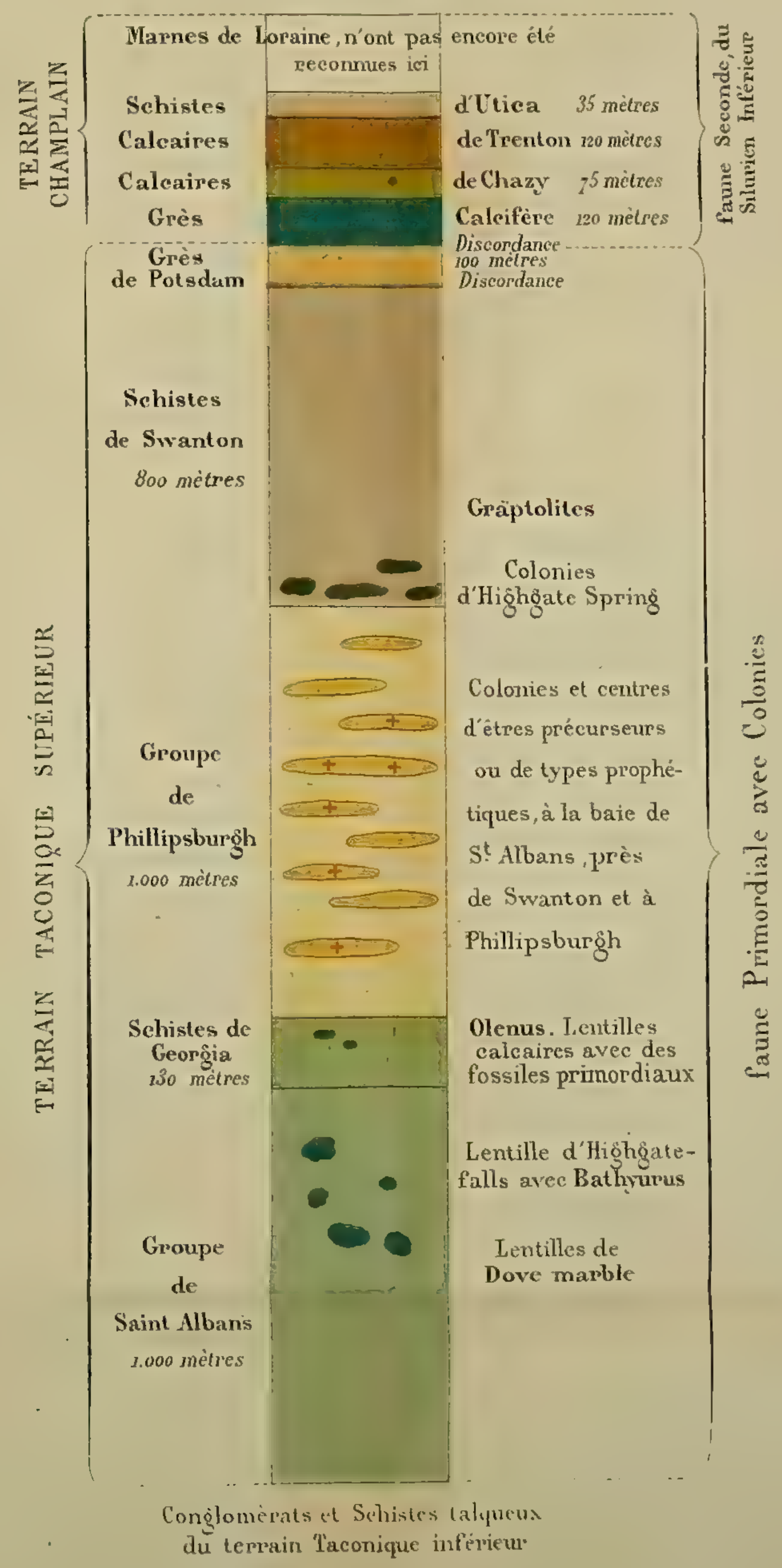
(3) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XVIII, p. 203.


CANADA
Pike River
Phillipsburgh
Route de Frelisburgh
St Armand
Ligne frontière du Canada et des Etats-Unis
Alburgh Springs
Rouses Point
Baie de Missisquoi
Highgate-Spring
Church-farm
Ile Hog
Rivière Missisquoi
ETAT DE NEW-YORK
Corbeau
LAC CHAMPLAIN
Presqu'île d'Alburgh
Baie de Mac-Quam
Swanton
Highgate-Falls
Chazy
Chazy-Landing
Ile La Motte
Ile North-Hero
Hall-farm
Four à chaux
Ile Butlers
Smith-farm
St Albans
Ile
Ile Knight
Ile Wood
Ile Potter
Baie de St Albans
Village
Bellevue
LAC CHAMPLAIN
Parker-farm
Georgia
ETAT DU VERMONT

CARTE GÉOLOGIQUE
DES
BORDS DU LAC CHAMPLAIN
entre Georgia (Vermont), Chazy (New-York)
et Phillipsburgh (Canada)

par
JULES MARCOU
1861-1874

COUPE VERTICALE, THEORIQUE, ET EXPLICATIVE
DES COULEURS ET SIGNES


TERRAIN CHAMPLAIN
Marnes de Loraine, n'ont pas encore été reconnues ici
Schistes d'Utica 35 mètres
Calcaires de Trenton 120 mètres
Calcaires de Chazy 75 mètres
Grès Calcifère 120 mètres
Discordance
faune Seconde, du Silurien Inférieur
Grès de Potsdam
100 mètres
Discordance
TERRAIN TACONIQUE SUPÉRIEUR
Schistes de Swanton
800 mètres
Graptolites
Colonies d'Highgate Spring
Colonies et centres d'êtres précurseurs ou de types prophétiques, à la baie de St Albans, près de Swanton et à Phillipsburgh
Groupe de Phillipsburgh
1.000 mètres
Schistes de Georgia
130 mètres
Olenus. Lentilles calcaires avec des fossiles primordiaux
Lentille d'Highgate-falls avec Bathyurus
Lentilles de Dove marble
Groupe de Saint Albans
1.000 mètres
faune Primordiale avec Colonies
Conglomèrats et Schistes talqueux du terrain Taconique inférieur

[illegible]

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Fig 1 Coupe du Lac Champlain à la maison Parker et au village de Georgia

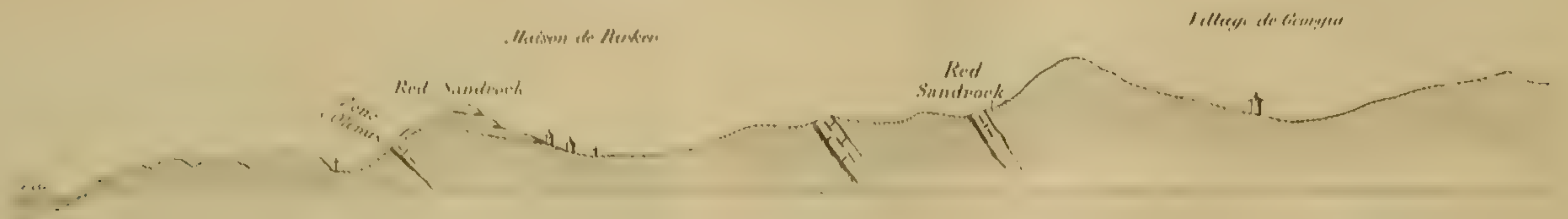

Maison de Parker
Red Sandrock
Zone à Olenus
Red Sandrock
Village de Georgia

Fig. 2 _ Coupe du Lac Champlain au village de la baie de St Albans et à St Albans

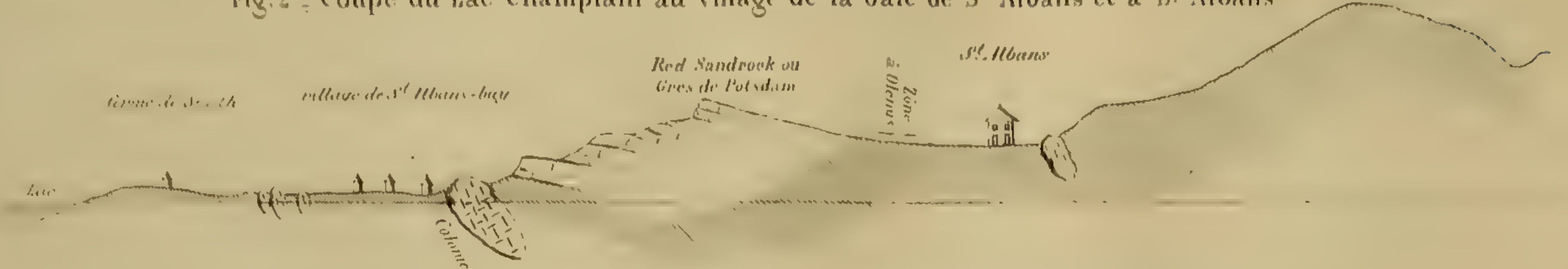

Montagnes Vertes
Lac
village de St Albans-bay
Red Sandrock ou Grès de Potsdam
Zone à Olenus
St Albans
Colonie

Fig 3 . Coupe du village de Swanton à la ferme du Dr. Hall

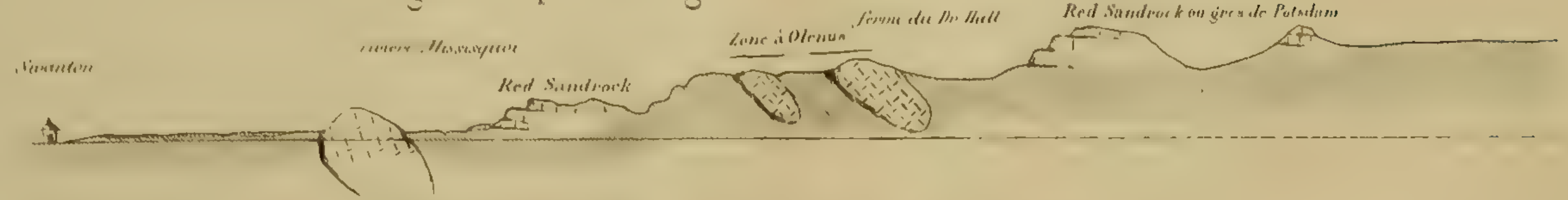
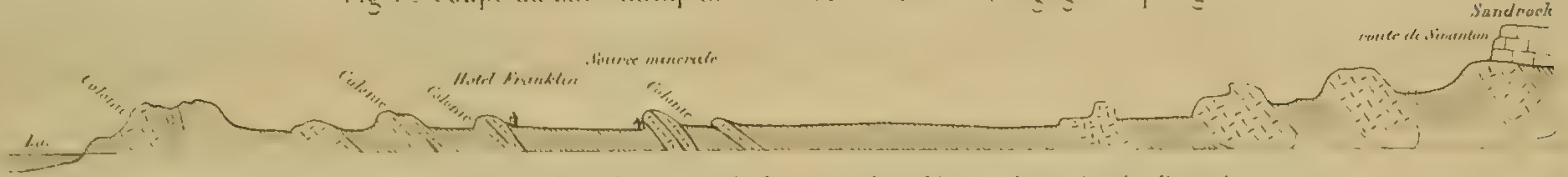
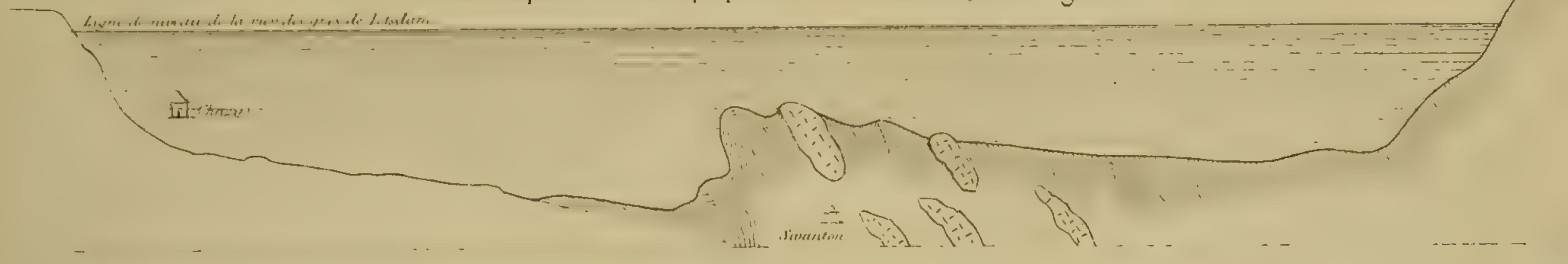

Swanton
rivière Missisquoi
Red Sandrock
Zone à Olenus
ferme du Dr Hall
Red Sandrock ou grès de Potsdam

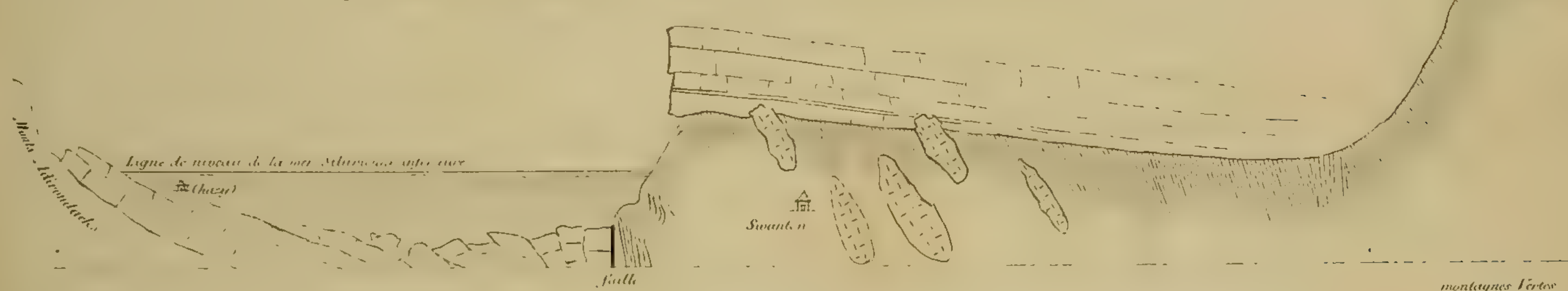
Fig 4 . Coupe du Lac Champlain a l'Hotel Franklin (Highgate Spring)


Red Sandrock
route de Swanton
Source minérale
Hotel Franklin
Colonie
Colonie
Colonie
Colonie
Lac

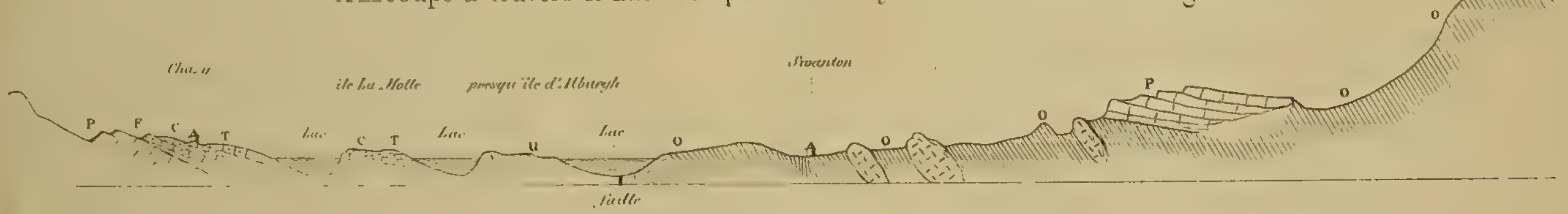
C Même coupe idéale a l'époque de la mer des dépots du grès de Potsdam


Ligne de niveau de la mer des grès de Potsdam
Chazy
Swanton

B_ Même coupe idéale à l'époque de la mer Silurienne inférieure, après la dislocation du grès de Potsdam


Monts Adirondacks
Ligne de niveau de la mer Silurienne inférieure
Chazy
faille
Swanton

A __Coupe à travers le Lac Champlain de Chazy à Swanton et aux montagnes Vertes


montagnes Vertes
Chazy
ile La Motte
presqu'ile d'Alburgh
Swanton
P
F
C
T
Lac
C
T
Lac
u
Lac
O
O
O
P
O
O
faille

Indications des terrains de la fig . A.

O _ Schistes Taconiques . . . . avec lentilles calcaires . . . .

P _ Grès de Potsdam . . . .

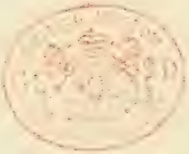
F _ Grès Calcifères . . . . . .

C _ Calcaires de Chazy . . . .

T _ _ id _ de Trenton . . .

u _ Schistes d'Utica

Grav. chez J. Wieheren ... de l'Abb. de l'Epée 4



Cette publication, jointe à l'apparition en Amérique d'un petit travail fait en commun avec M. Barrande, et intitulé : *On the primordial fauna and the Taconic system by Joachim Barrande ; with additional notes by Jules Marcou*, décembre 1860, Boston, a servi de point de départ pour de nouvelles recherches sur les roches stratifiées les plus anciennes de l'Amérique du Nord.

Par suite de découvertes de fossiles à Georgia dans le Vermont, à Phillipsburgh et à la Pointe-Lévi au Canada, la question Taconique s'appuyait sur de nouvelles bases et prenait un nouvel essor qu'il n'était plus possible d'arrêter.

Malheureusement à ce moment même éclatait la guerre civile entre le Nord et le Sud des États-Unis, et par suite des vicissitudes inhérentes aux guerres civiles, le Dr Emmons quoique habitant Albany, la capitale de l'État de New-York, se trouva dans la Caroline du Nord, dont il était le géologue officiel. Retenu dans les lignes ennemies, il mourut le 1er octobre 1863, à Brunswick, dans la Caroline du Nord, au milieu de cette guerre, sans pouvoir prendre part aux nouvelles discussions et aux observations dont le point initial a été sa découverte de 1838, développée dès 1842 dans le second volume de la « Geology of New-York », puis plus tard en 1846 dans le premier volume de l' « Agriculture of New-York », et finalement dans ses deux ouvrages ou traités de géologie, intitulés : *American Geology*, Albany 1855, et *Manual of Geology*, New-York, 1860.

Toutefois j'ai pu communiquer avec lui à Albany au moment de son départ, puis pendant les premiers mois de son arrivée dans la Caroline du Nord. Voici une des dernières lettres que j'ai reçue du Dr Emmons, et qui est intéressante, comme étant le dernier document géologique émanant de l'auteur principal de la classification de terrains de transition ou des Grauwackes de l'État de New-York, et j'ajouterai de l'un des principaux pionniers de la géologie stratigraphique de l'Amérique du Nord.

« Raleigh, Caroline du Nord, le 28 décembre 1860.

« Mon cher monsieur Marcou,

« Je vous remercie de l'envoi de votre mémoire : « on the Primordial fauna and the Taconic system... » ; et je suis heureux et très satisfait du point de vue où vous vous êtes placé pour traiter la question. A mon avis, on ne peut l'attaquer.

« Je me suis surtout appuyé sur les relations stratigraphiques des deux systèmes Taconique et Silurien ; parce que pour le lecteur ordinaire, cela est parfaitement clair et évident. J'ai cependant insisté sur les preuves paléontologiques, et à plusieurs reprises j'ai dit : que si l'on rejetait les preuves paléontologiques que je donnais, il fallait aussi ne pas employer la paléontologie dans une seule question d'âge des terrains, car suivant moi il n'y avait pas un seul fossile commun aux deux systèmes.

« Vous avez bien raison de dire que le système Taconique a été fortement disloqué et brisé avant le dépôt du terrain Silurien.

« J'avais fait imprimer une carte géologique de tout l'État de New-York, montrant l'étendue du territoire occupé par le système Taconique. Elle devait être placée dans mon volume de la Commission géologique. Tout le tirage de 3,000 exemplaires a été volé et la carte détruite par des personnes restées inconnues. De plus tous les fossiles et roches du système Taconique que j'avais placés moi-même dans le Musée des collections d'Histoire Naturelle de l'État (*State Cabinet of Natural History*), pour montrer la valeur de ce terrain si important de la série stratégraphique de New-York, ont été enlevés par ordre...

« En résumé les persécutions que j'ai eu à souffrir pour avoir exprimé mon opinion sur la question de l'existence d'un système de roches stratifiées placées au-dessous du Silurien, et que j'ai nommé terrain ou système Taconique, ont rarement été égalées dans l'histoire de la science.

« Savez-vous que la plupart, si ce n'est tous ces superbes *Graptolites* que M. James Hall rapporte au groupe de la rivière Hudson, sont en réalité du système Taconique ? On ne trouve rien de pareil dans les schistes de Lorraine, ou dans les schistes autour de la ville de Rome, là où ces roches ne sont pas disloquées, et reposent tout à fait horizontalement. Il n'y a pas plus de deux espèces de *Graptolites* dans tout le groupe de Trenton et les schistes qui les recouvrent.

« Au sujet des grès de Potsdam, je crois que vous avez raison de les placer dans le Taconique, au lieu de les laisser dans le Silurien. C'est une question, à laquelle je n'ai pas beaucoup réfléchi, et votre manière de voir est nouvelle pour moi.

« Je vous serai obligé de m'envoyer six exemplaires de plus de votre mémoire.

« Votre bien dévoué,

« EBENETZER EMMONS. »

Pendant les années 1861, 1862 et 1863, — en 1863, j'étais accompagné du professeur G. Capellini de Bologne (Italie), — j'ai examiné en détail le gisement des Trilobites de Georgia, que j'ai visité de nouveau en 1873 et en 1874. Plusieurs géologues y sont venus aux mêmes époques ou depuis ; notamment MM. le Rév. J. B. Perry, le Dr G. M. Hall, sir William Logan et E. Billings. Avant moi, les deux seules personnes s'occupant de géologie, qui aient vu les carrières de laves ou dalles de la ferme de M. Noah Parker de West-Georgia, sont : 1° le Rév. Professeur Zadock Thompson, le découvreur de ces Tribolites, et 2° le colonel E. Jewett, Conservateur du Cabinet d'Histoire naturelle de l'État de New-York à Albany. A présent tous ces géologues et paléontologistes sont morts ; moi seul je reste pour montrer la structure géognostique de cette partie Nord-Ouest de l'État de Vermont. Je le regrette, car les questions soulevées sont difficiles à résoudre, et ma manière de voir avait reçu les précieux appuis du Dr G. M. Hall et du Rév. J. B. Perry de Swanton.

Cependant deux publications ont été faites, en vue d'élucider la géologie de ces bords orientaux du lac Champlain. L'une porte le titre de : *Carte montrant la distribution des roches appartenant aux groupes de Potsdam, Québec et Trenton, sur la côte orientale du lac Champlain dans le voisinage de la frontière entre le Canada oriental et le Vermont*, par sir William E. Logan. Cette carte se trouve dans l'Atlas qui accompagne le gros volume *Report of Progress from its commencement* (*Geological Survey of Canada*) *to* 1863, Montreal 1863-65. Logan la relevait pendant l'automne de 1862, en même temps que je faisais mes observations ; nous logions dans le même hôtel à Swanton, mais sans nous communiquer nos recherches. Plusieurs coupes géologiques l'accompagnent. Toutefois la carte ne s'étend pas jusqu'à Georgia, elle s'arrête à la ville et à la baie de Saint Albans. Une comparaison même superficielle du travail de Logan et du mien, en montrera de suite les grandes différences.

La seconde publication est celle de MM. Hitchcock, père et fils, et de M. Albert D. Hager, intitulée : *Report on the Geology of Vermont*, 2 vol. in-4°, Claremont, 1861. La carte géologique qui accompagne le second volume, comprend la région que je vais décrire. Elle diffère encore plus de celle que je présente aux géologues que celle de sir William E. Logan. On a ainsi trois cartes et trois mémoires descriptifs, sur la même région, et totalement différents les uns des autres.

Descriptions générales. — Sur les bords orientaux du lac Champlain, depuis Phillispsburgh au Canada, jusqu'à Georgia dans le Vermont, on voit partout sur la plage des schistes noirs fortement relevés et contournés, avec des lentilles calcaires apparaissant çà et là du milieu des schistes, et placées souvent à de grands intervalles les unes des autres. Ces lentilles forment des mamelons peu élevés, excepté près de Phillipsburgh où les calcaires présentent des massifs considérables, qui dominent d'un côté le lac Champlain et de l'autre la vallée du *Rock river* (la rivière Rocheuse).

Si l'on s'avance perpendiculairement en partant du lac, vers les Montagnes Vertes (*Green Mountains*), on ne tarde pas à rencontrer d'autres schistes plus sableux, s'enlevant par larges dalles, ou bien présentant l'aspect de véritables ardoises.

Ces ardoises (*slates*) forment une première ligne de collines parallèles aux rivages du lac, offrant l'aspect d'un premier grand gradin ou escalier des Montagnes Vertes.

Tout à coup ces schistes ardoisiers se trouvent recouverts par des roches très massives, d'une couleur générale rouge, d'une stratification en complète discordance avec eux, et qui se présentent en longues lignes parallèles, d'une faible largeur et d'une épaisseur qui ne dépasse pas vingt mètres. Puis on se retrouve sur des schistes noirâtres ; et à mesure que l'on s'élève vers la ligne de faîte des montagnes, on ne les quitte plus. Seulement ils deviennent d'une composition de plus en plus quartzeuse, et leurs lignes de stratification deviennent de plus en plus fortement inclinées, toujours en plongeant vers l'intérieur de la chaîne.

Encloisonnées dans ces schistes, apparaissent de temps à autre des lentilles calcaires isolées, espèces de poches emprisonnées dans les ardoises, exactement comme les rognons de silex le sont dans la craie ; seulement les proportions sont beaucoup plus considérables, et même quelques-unes de ces lentilles forment de véritables montagnes ou buttes isolées, qui sont fort recherchées par les habitants et les touristes, comme points de vue vraiment admirables, surtout du côté du lac Champlain.

Au premier aspect, on reconnaît que l'on est en présence de deux formations ; l'une principalement schisteuse avec des lentilles calcaires ; l'autre, qui repose sur la première en discordance de stratification, composée de grès rouges passant quelquefois à un calcaire sableux de même couleur ou blanchâtre, avec des intercalations de dolomie. De plus on s'aperçoit de suite que l'on est en présence de formations très anciennes et différentes de celles que l'on rencontre habituellement, différences qui se traduisent par un aspect physique général inaccoutumé, des formes orographiques bizarres et insolites, des contournements nombreux et singuliers, des pentes très raides mais courtes sur les routes, et des apparitions et disparitions subites de massifs calcaires rappelant une dissémination sans ordre apparent d'immenses blocs erratiques fortement engagés et enfoncés dans le sol.

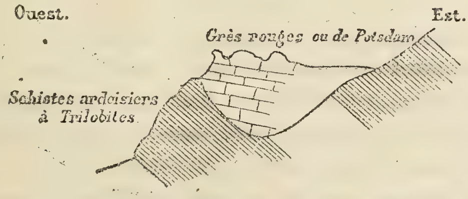
Coupes. Je vais décrire une série de coupes perpendiculaires aux rivages du lac, et par conséquent orientées de l'Ouest à l'Est, en donnant des détails sur chacune des localités fossilifères. Afin de servir de guide et d'aider les descriptions toujours arides de pays difficiles à atteindre, à cause des grandes distances, j'ai construit la carte géologique assez détaillée de cette région (voir les planches I et II).

Georgia. — La première coupe part du lac Champlain, en passant près de la maison de ferme de M. Noah Parker, là même où se trouve la célèbre carrière à Trilobites primordiales. Elle finit à l'est du village de Georgia-Centre (voir planche II, fig. 1).

Au niveau du lac on a des schistes noirs, non fossilifères, plongeant à l'Est sous un angle de 35 degrés. A partir de la falaise ces schistes s'étendent vers l'Est en formant un petit plateau. A un kilomètre et demi du lac Champlain, les schistes sont recouverts en discordance de stratification par des Grès rouges, qui inclinent vers le Nord-Est sous un angle qui varie de 10 à 12 et même qui atteint jusqu'à 15 degrés. Ces Grès rouges, nommés dans le pays *Red sandrocks* ont une structure massive, par assises de $0^{m}60$, 1 mètre et même $1^{m}50$ d'épaisseur. Ils sont très compactes, passant quelquefois à un véritable quartzite, et ils contiennent des nids de pyrite de fer. La couleur rouge est souvent remplacée par le gris ou le blanc, surtout dans les premières assises.

Ces *Red sandrocks* couronnent les sommets des collines, et forment des lignes parallèles de petits mamelons qui courent de l'Ouest-Sud au Nord-Est, en croisant les arêtes des schistes noirs dont la direction est directement Nord-Sud. On ne rencontre pas seulement les Grès rouges aux sommets des collines, mais bien aussi dans des dépressions et vallons des schistes, et dans des circonstances telles, que l'on voit bien qu'ils ont dû se déposer postérieurement sur les assises disloquées des schistes.

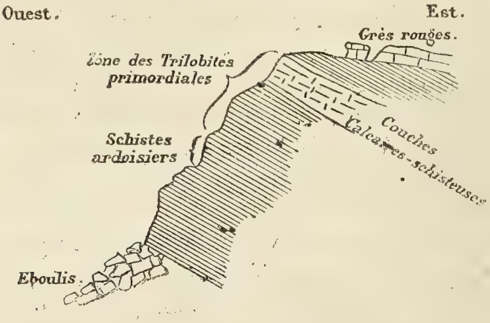
Ainsi à la carrière de M. Parker on a la coupe suivante :



Les schistes ardoisiers à *Olenus* plongent sous un angle de 35 degrés, tandis que les Grès rouges occupent une dépression dans les schistes et ont une inclinaison de seulement 12 degrés.

Jusqu'à présent on n'a pas trouvé avec certitude des fossiles dans les Grès rouges (*Red sandrocks*) en place, dans les environs de la ferme de Parker. J'ai recueilli, vers la partie la plus élevée de la colline qui domine la maison de ferme, un morceau détaché de calcaire magnésien usé et roulé, contenant des fragments de Brachiopodes.

Les célèbres fossiles de Georgia, se trouvent dans une carrière située à 300 mètres au Nord de la maison de M. N. Parker. En voici la coupe :


Ouest.
Est.
Grès rouges.
Zone des Trilobites primordiales
Schistes ardoisiers
Couches calcaires-schisteuses
Eboulis.

La hauteur est de 15 mètres au point le plus élevé, là où la coupe a été prise. Les couches plongent à l'Est sous un angle de 35 degrés, inclinaison excessive qui rend difficile l'exploitation des dalles. Vers la base, les schistes sont noirs avec de nombreuses taches de fer oxydulé, et on les détache comme de véritables ardoises. Les Trilobites sont très rares dans cette partie inférieure ; cependant on en a trouvé plusieurs échantillons.

Vers le sommet de la carrière, les schistes deviennent sableux, un peu calcaires, et s'enlèvent alors en larges dalles de 2 mètres de surface. La couleur générale en est grise, et devient bleue par taches. C'est là surtout où l'on trouve le plus grand nombre des Trilobites : *Olenus Thompsoni*, *Olenus Vermontana*, et *Peltura?* (*Olenus*) *holopyga*, Hall.

La conservation de ces Trilobites laisse à désirer ; comme leurs enveloppes devaient être extrêmement minces, les empreintes sont souvent indistinctes, ou du moins très peu marquées. Les têtes de Trilobites séparées du corps sont assez nombreuses. Mais un bel échantillon complet, avec la tête, le corps et la queue, est d'une grande rareté. Somme toute, on ne peut pas dire que ces Trilobites sont communs ; en réalité il n'y a aucun fossile de commun dans cette localité.

On a trouvé plus au Sud et plus au Nord que la carrière de

M. Parker des exemplaires de ces *Olenus*, et il est certain que si l'on faisait travailler et exploiter ces schistes ardoisiers et ces dalles, en suivant leurs affleurements, on recueillerait partout des échantillons de Trilobites primordiaux.

Revenons à la carrière de Parker. Par-dessus les dalles à *Olenus*, on trouve une espèce de schiste calcaréo-sableux, contenant beaucoup de taches et de nids d'oxyde de fer et ayant une structure légèrement ondulée comme des *riple marks*. Ces couches schisto-calcaires renferment l'*Obolella cingulata*, Billings, assez mal conservée, un autre Brachiopode inédit que j'ai recueilli en 1863, et un Trilobite du genre *Dikelocephalus*, inédit, que j'y ai trouvé en 1862. Puis les schistes noirs reparaissent; et en s'éloignant du sommet de l'abrupt qui forme la carrière, on rencontre des restes d'assises de Grès rouges (*Red sandrocks*), reposant en discordance de stratification sur les schistes.

En outre des Trilobites et des Brachiopodes, on rencontre d'assez nombreuses empreintes de plantes marines, plus un Bryozoaire qui rappelle les *Oldhamia* des Iles-Britanniques. Pendant longtemps j'ai hésité à regarder ces empreintes, assez peu distinctes, comme indiquant des êtres organisés; mais dans une nouvelle visite faite en 1873, après un intervalle de dix années, je n'hésite plus à les regarder comme des débris de plantes ou algues marines et de Bryozoaires.

Si, à partir de la maison de ferme de M. Parker, on continue à s'avancer vers l'Est, jusqu'au village de Georgia-Centre, on est constamment sur des schistes grisâtres, dont l'inclinaison vers l'Est devient de plus en plus forte, variant de 50 à 60, 80, et même allant jusqu'à 85 degrés, à une montée assez raide qui précède le village. Puis l'inclinaison des assises de schistes diminue de nouveau et se maintient alors en moyenne à 60 degrés.

A la tranchée du chemin de fer, après avoir dépassé le village de Georgia, les schistes sont sillonnés de veines de quartz blanc.

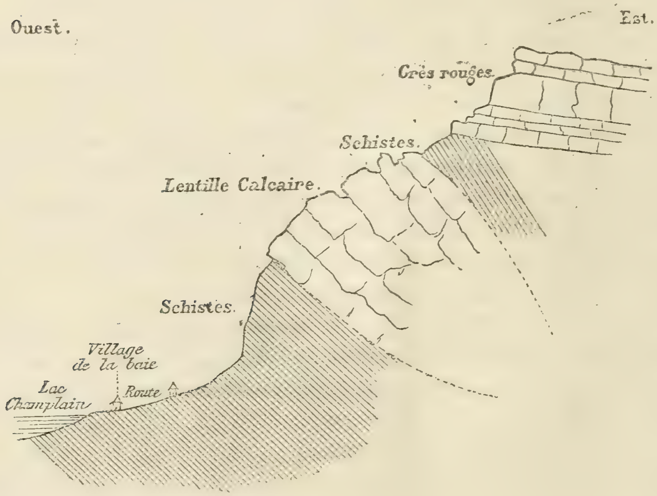
On ne voit plus de Grès rouges (*Red sandrock*), après avoir quitté la ferme de Parker, excepté à une seule localité, au pied de la colline à pente raide, où l'on trouve quelques bancs isolés n'ayant que 6 à 8 mètres de largeur; évidemment des restes laissés par les longues et grandes dénudations auxquelles tout ce pays a été soumis depuis les temps primordiaux. J'ai indiqué ce lambeau de Grès rouge sur la coupe. A deux endroits, on rencontre intercalées dans les schistes une ou deux assises plus compactes de calcaire marneux, à surface de stratification noduleuse et fort inégale.

Depuis le lac Champlain jusqu'à Georgia-Centre, les schistes ont une épaisseur d'au moins 2,200 mètres.

Sur la coupe, j'ai indiqué par une croix, dans le voisinage de la maison Parker, deux points en chacun desquels existe un petit bloc de 80 décimètres carrés, d'un calcaire bleu, contenant des *Leptæna* et des *Alveolites repens*, Lamarck. Ce sont deux blocs erratiques posés sur le sol, comme plusieurs autres blocs aussi erratiques de gneiss, de quartzites grenatifères et de diorites qui se rencontrent çà et là dans tout le pays, sans être cependant très nombreux nulle part. J'ai pris soin de les indiquer, parce que ces deux morceaux de calcaire silurien ont pu, ou pourront encore, induire en erreur les personnes qui nient l'existence du terrain Taconique, et qui ne veulent voir dans les schistes noirs du Taconique que des schistes de l'Hudson river ou de Lorraine et des schistes d'Utica.

Saint-Albans. — A la baie de Saint-Albans, tout sur le côté oriental, on voit les Grès rouges (*Red sandrocks*) qui forment un abrupt ou falaise, reposant en stratification très discordante sur les schistes, et même sur des lentilles calcaires encloisonnées et contenues dans les schistes.

Voici une coupe prise au sud du village de la baie de Saint-Albans.



Les Grès rouges reposent ici sur les schistes noirs et les schistes de Georgia, avec une discordance de stratification de 50 degrés, l'inclinaison des grès étant seulement de 10 degrés, tandis que les schistes plongent sous un angle de 60 degrés.

Les grès sont généralement d'un rouge lie-de-vin; mais plusieurs assises sont grises ou blanches. On trouve intercalées à diverses hauteurs des couches de calcaire magnésien ou dolomie, dont plusieurs assises sont cloisonnées comme certaines dolomies du Trias dans le Jura, la Suisse et l'Allemagne méridionale. Enfin on rencontre encore dans ce groupe des *Red sandrocks*, un conglomérat ou poudingue dolomitique.

Les lentilles calcaires, prises et disséminées comme des grains de chapelet, dans les schistes, lentilles qui n'existent presque pas vers Georgia, commencent à paraître ici et forment même une des principales lignes dans l'aspect physique et orographique de la baie de Saint-Albans. Les Grès rouges les côtoient et reposent dessus en plusieurs endroits, au Sud et au Nord du village.

Le caractère commun à toutes ces lentilles est d'avoir une stratification assez indistincte et différente dans ses allures de la stratification régulière des bancs ordinaires de calcaires. La couleur de ces calcaires lenticulaires est généralement grise ou blanc-sale. La cassure en est esquilleuse, la structure compacte et très dure. Très souvent on y trouve de la magnésie ; des couches entières ou de simples rognons sont très magnésiens et on les distingue alors de la masse calcaire, lorsqu'ils ont été exposés un peu de temps à l'air, par une couleur jaune-pâle.

Ce calcaire, qui est exploité dans le pays pour fabriquer de la chaux, ou pour le débiter en tablettes de marbre, porte à cause de sa couleur le nom de *Dove marble* (marbre couleur gorge de pigeon). Très souvent il est coupé dans toutes les directions par des veines ou veinules de carbonate de chaux pur, très blanches ; et alors il n'est plus propre à la fabrication des plaques de marbre et on le jette dans les fours à chaux.

Dans le village même de la baie de Saint-Albans, derrière les maisons qui bordent la route, on a une lentille calcaire d'une épaisseur visible de 20 à 25 mètres. Une partie de cette masse lenticulaire est composée d'un calcaire bleuâtre, un peu marneux, et moins pure que le Dove-marble qui le touche d'ailleurs. On trouve renfermés dans la pâte de ce calcaire des fossiles appartenant surtout aux genres *Orthoceras*, *Maclurea* et *Strophomena*. En général, ces débris fossiles sont mal conservés et peu nombreux, et on ne les rencontre jamais détachés.

La partie de la lentille calcaire où l'on trouve les fossiles n'a guère que 6 mètres d'épaisseur. L'affleurement de ces calcaires fossilifères et de toute la masse lenticulaire elle-même est fort limité, s'étendant sur une longueur d'une centaine de mètres au plus. Puis elle est remplacée subitement par des schistes noirs, qui d'ailleurs pénètrent çà et là dans la lentille même, surtout près des bords.

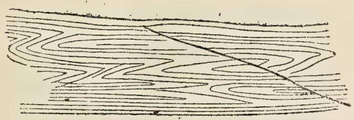
La présence de fossiles dans cette lentille a donné naissance à des interprétations paléontologiques, qui ne s'accordent pas avec la structure géognostique de la baie de Saint-Albans. Soumis à des spécialistes, on a reconnu parmi ces fossiles les espèces suivantes : *Strophomena* (*Leptæna*) *alternata*, Conrad, *Maclurea*, *Pleurotomaria*, *Orthoceras* et *Asaphus*. Après avoir rapporté tout d'abord avec certitude les calcaires fossilifères de la baie de Saint-Albans au calcaire de Trenton, on a fini par ne déterminer qu'un seul fossile, un Brachiopode des plus cosmopolites le *Strophomena alternata*. Pour les autres, dit-on, ils se rapprochent d'un ou de deux fossiles que l'on regarde ailleurs comme faisant partie de la faune du calcaire de Chazy; mais on n'a pas osé les identifier. Et sur ces maigres preuves, contrairement à toute la structure stratigraphique du pays, on a donné le nom de Trenton à la formation. Après avoir visité souvent la baie de Saint-Albans, et l'avoir étudiée avec minutie, je n'y ai jamais trouvé le calcaire de Trenton, ni rien même que l'on puisse rapporter au Silurien inférieur. On y a trouvé dans une des lentilles calcaires, quelques fossiles, la plupart nouveaux, et un seul fossile du calcaire de Trenton, le *Leptæna* ou *Strophomena alternata*. Maintenant ce *Leptæna* (*Strophomena*) est-il bien le véritable *alternata* de Trenton, de Cincinnati, de Montmorency, de Montréal, de l'Irlande, du pays de Galles et de l'Ecosse? Devant une forme aussi variable d'un être aussi inférieur, se prononcer dans le sens de l'affimative, est, je pense, dangereux; et jusqu'à plus ample information je regarde la détermination de ce *Strophomena* comme douteuse. Mais en supposant son identité avec le fossile de Trenton, nous nous trouverions en présence d'un Brachiopode qui aurait vécu à de grandes profondeurs pendant la période Taconique, pour reparaître à des profondeurs moindres dans une faune littorale du Silurien inférieur. Identique ou non, la seule conclusion que l'on puisse tirer de la présence de formes d'êtres, dont le grand développement s'est surtout effectué pendant la période du groupe de Champlain, est, que nous avons dans la lentille calcaire Taconique qui touche le village de la baie de Saint-Albans, ce que M. Barrande a nommé une colonie de la faune seconde, dans la faune première; ou ce qui est peut-être plus exact, on a là des types précurseurs et prophétiques, des avant-coureurs de la faune seconde dans les strates de l'époque de la faune primordiale.

J'ai représenté pl. II, fig. 2, la coupe géologique du lac Champlain à la baie de Saint-Albans, en passant par la ville de Saint-Albans et en continuant de s'élever sur la route qui va à Fairfied-Centre. Le point de départ est vis-à-vis Wood-Island (île Boisée), en suivant la route, avec de faibles déviations tantôt à droite, tantôt à gauche, pour faire figurer dans la coupe des lentilles calcaires. Derrière le village de la baie de Saint-Albans se trouve la lentille renfermant la colonie distinguée par une croix sur la carte géologique; puis on trouve des schistes noirs recouverts par des Grès rouges (*Red sandrocks*), avec une différence d'inclinaison de 50°. En s'avançant vers la ville de Saint-Albans les *Red sandrocks* disparaissent, et l'on se trouve de nouveau sur les schistes noirs à *Olenus* ou Schistes de Georgia, qui ont une inclinaison vers la base de la montagne de 65°. Dans la ville même de Saint-Albans on trouve une lentille de calcaire gris (Dove marble), très compacte et dure, qui ne contient pas de fossiles. Puis en s'élevant sur la route qui conduit à Fairfied, on est dans des schistes gris, qui passent à des schistes talqueux avec nodules et veines de quartz blanc amorphe, plongeant de plus en plus vers l'Est, c'est-à-dire vers l'intérieur de la montagne, sous un angle qui atteint 70°.

Si l'on revient à la baie de Saint-Albans et que l'on suive le bord du lac jusqu'à Maquan ou Baie de Swanton, on rencontre tout le long du rivage et des falaises, les schistes noirs (*Black slates*) inclinés fortement à l'Est, sous un angle qui varie de 65 à 80° et qui va même jusqu'à 90°. Il y a des ploiements et contournements d'assises, avec plongement des couches vers l'Ouest sous des angles de 80 à 70°. Je n'y ai pas trouvé de fossiles, ni une seule lentille calcaire; mais par contre on y rencontre çà et là, quelques couches calcaréo-marneuses de couleur bleu-noirâtre, de 10 à 15 centimètres d'épaisseur.

Swanton. — Aux chutes de Swanton (*Swanton falls*), les schistes noirs sont très contournés, pliés; ainsi qu'on peut l'observer dans le lit de la rivière Missisquoi au pied des chutes. Les schistes y sont relevés presque perpendiculairement, avec un léger plongement vers l'Est. Sur la rive occidentale de la rivière, on trouve dans ces schistes noirs des exemplaires assez communs de *Graptolites*, exactement comme derrière l'hôtel Victoria à la Pointe-Lévis près de Québec, où l'on a les mêmes couches contournées avec les mêmes *Graptolites*.

Voici une coupe horizontale, montrant une partie des contournements des schistes au pied des chutes de la rivière à Swanton, lorsque les eaux sont basses.



Sur la route de Saint-Albans à Swanton, on rencontre plusieurs lentilles calcaires; la route en traverse une, composée entièrement de Dove marble près de la ville de Saint-Albans. Plus loin sur la gauche on arrive à une grande exploitation d'un four à chaux *Lime kiln;* et là comme à la baie de Saint-Albans le Dove marble passe à un calcaire plus marneux qui est alors fossilifère, et qui renferme les mêmes fossiles, savoir : *Strophomena alternata? Maclurea* et *Orthoceras*. Toujours vers la gauche, mais plus près de Swanton, avant toutefois d'atteindre le pont, on rencontre une autre colonie, avec du Dove marble en contact.

Mais la localité la plus remarquable sur cette route, se trouve à droite, un peu avant d'arriver au pont qui traverse la rivière Missisquoi, sur le terrain d'une ferme qui a appartenu à feu le Dr Hall de Swanton, et que j'ai désigné dans des mémoires antérieurs sous le nom de ferme du Dr Hall (*Dr Hall's farm*). (Voir pl. II, fig. 3, la coupe qui traverse ce terrain.)

On y trouve les mêmes schistes à *Olenus* qu'à Georgia, renfermant les mêmes fossiles, savoir : *Olenus Thompsoni*, *Ol. Vermontana;* plus le *Conocephalites Teucer*, Billings, et de nombreuses empreintes de *Chrondites*. Les fossiles sont plus communs qu'aux environs de la maison de ferme de Parker à Georgia.

Au milieu de ces schistes noirs, ardoisiers, à *Olenus* se rencontrent deux masses lenticulaires d'un calcaire bleu-grisâtre, d'une grande dureté et sillonné de veines de carbonate de magnésie. La stratification en est indistincte, comme dans toutes les lentilles. La texture est bréchiforme, et la cassure esquilleuse. Les fossiles y sont nombreux, surtout : *Obolella cingulata*, Billings ; *Orthisina festinata*, *Camerella antiquata*, Billings ; *Conocephalites Teucer*, Bil. ; et l'*Olenus* appelé quelquefois *Paradoxides Thompsoni*, Hall.

L'affleurement de ces deux lentilles est limité à de faibles surfaces. La plus grande a un rayon de 8 mètres ; l'autre de seulement 5 mètres. Elles sont toutes deux globulaires, presque sphéroïdales et beaucoup moins aplaties que la plupart des lentilles du Dove marble ou des colonies.

Tous les schistes à *Olenus* plongent à l'Est sous un angle qui varie de 35 à 65°. Comme à Georgia, on rencontre dans les schistes des couches de dalles sableuses, passant à un véritable calcaire grésiforme, de couleur gris-bleuâtre et jaune-ocreux.

Sur tout ce système des Schistes de Georgia, reposent, en discordance de stratification, les Grès rouges (*Red sandrocks*). Comme le terrain s'élève assez rapidement depuis le niveau de la rivière Missisquoi jusqu'à la maison de ferme, on monte par trois gradins en lignes presque parallèles de ces Grès rouges. Leur inclinaison est encore moindre qu'à la baie de Saint-Albans ; elle n'est guère que de 8°, et même plusieurs assises sont placées tout à fait horizontalement sur les schistes ardoisiers.

Highgate. — Par suite d'un double ploiement des schistes à lentilles calcaires contenant une colonie de la faune seconde, la station des eaux minérales de Highgate-Springs est une des localités les plus intéressantes à étudier. Sur une surface très restreinte, un demi-kilomètre carré, on voit affleurer huit ou dix lentilles de Dove marble, de calcaires marneux bleu-noirâtre, et de schistes calcareo-marneux. Ces derniers ont une structure lithologique qui se rencontre rarement; savoir la structure en mosaïque ou marquetage; c'est-à-dire que les schistes forment le châssis des cadres qui encloisonnent dans leurs mailles, comme les mailles d'un filet, des nodules calcareo-marneux, ayant de 4 à 8 centimètres de diamètre. La coupe géologique pl. II, fig. 4, est prise à peu près au centre de ce groupe de masses lenticulaires. Elle part du lac Champlain, en passant par l'hôtel Franklin, la source d'eau minérale, et elle aboutit à l'Est de la route de Swanton à Saint-Armand.

Si l'on étudie la falaise qui borde et forme la rive du lac, ou si l'on suit pied à pied les lentilles calcaires, on aperçoit facilement les ploiements et contournements des roches, et l'on reconnaît que la colonie de la faune seconde se trouve répétée trois fois : d'abord à côté de la source d'eau minérale, puis immédiatement derrière l'hôtel Franklin, et enfin tout à côté du lac. Les fossiles que l'on recueille dans les calcaires marneux, noirâtres, ne sont jamais nombreux. De plus, ils sont invariablement mal conservés; souvent même ils disparaissent totalement dans la pâte calcareo-marneuse, et alors on n'en trouve plus de traces que sur les surfaces usées et longtemps exposées à l'action des agents atmosphériques. Après de longues recherches, et après avoir brisé beaucoup de fragments de blocs de rochers, car les fossiles ne se trouvent pas détachés et libres comme dans les calcaires de Trenton, on finit par recueillir les espèces fossiles suivantes, qui forment la colonie de la faune seconde dans des assises de la faune primordiale : *Orthis lynx*, Eichwald, *Rhynchonella increbrescens*, Hall, *Stenopora fibrosa*, Bil., *Stenopora Petropolitana*, Pand., *Calymene Blumenbachii* Blum, et le *Trinucleus concentricus*, Eaton. Toutes ces espèces sont très cosmopolites aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Dans les schistes calcaires marneux, à structure en mosaïque, on trouve, çà et là, au milieu des bouquets de bois (*groves*) de Highgate-Springs des fossiles des plus mal conservés, dont quelques-uns sont cependant déterminables, tels que : l'*Ampyx-Halli*, Billings, une *Lingula* inédite et un *Orthis* aussi inédit. D'autres fossiles sont tellement indistincts, que tout ce que l'on peut faire est de signaler qu'il y a des fragments appartenant aux genres *Orthoceras*, *Murchisonia* et *Columnaria.*

Dans le Dove marble et la dolomie qui l'accompagne, on ne trouve pas de fossiles. Ainsi au Lime Kiln et au Sargent's Landing, sur les rives du lac, on ne rencontre aucune espèce de traces de fossiles.

Les lentilles calcaires de Highgate-Springs n'ont qu'une surface très limitée, 10, 20, 30, et 50 mètres de longueur, sur 2, 5 ou 20 mètres de largeur. En dehors de ce groupe de massifs lenticulaires on n'a plus au Nord et surtout au Sud que des schistes.

Le pays est plat ; et les dénudations ont laissé les lentilles calcaires en relief, sous forme de mamelons bien visibles, mais qui ont seulement de 1 mètre à 10 mètres de hauteur au-dessus du niveau du lac Champlain ou des plaines environnantes.

A quelques kilomètres de distance seulement de l'autre côté du lac, et même de la baie de Missisquoi, à Alburgh, à l'île La-Motte, à Chazy, on trouve le Silurien véritable avec ses subdivisions bien connues du Calciferous, du Black River, du Bird Eyes, du Trenton et des Schistes d'Utica. Les caractères lithologiques et paléontologiques de ces subdivisions sont ceux que l'on a partout dans l'Etat de New-York et dans le Canada. Les fossiles s'y recueillent en quantité, et la majeure partie des espèces sont différentes de celles d'Highgate-Springs. De plus on n'y rencontre pas l'*Ampyx Halli* ni les *Lingula* d'Highgate-Springs. La lithologie est complètement différente, ainsi que la structure géognostique ; il n'est pas possible de s'y tromper. Ainsi à Chazy on a de véritables couches ou strates sans interruptions, formant de longues lignes d'affleurements, dont les inclinaisons et les directions n'ont absolument rien de commun avec les rares lentilles calcaires, disséminées en grains de chapelet dans les schistes de Highgate-Springs, de Swanton, et de la baie de Saint-Albans.

Les seuls liens que l'on puisse invoquer entre Chazy et Highgate-Springs, sont : trois ou quatre fossiles identiques ; cinq ou six autres dont l'identification est douteuse, plus quelques formes de fossiles d'Highgate-Springs, qui en Europe indiqueraient les faunes secondes, comme le genre *Ampyx.* Ce genre de Trilobite est d'ailleurs très rare en Amérique, où il n'a pas encore été recueilli avec certitude en dehors des roches Taconiques : nouvel exemple de l'antériorité de l'apparition des genres en Amérique.

Après une étude minutieuse et prolongée d'Highgate-Springs, la conclusion est que ce singulier groupe de monticules ou collines, est formé par un ploiement de roches des schistes de Swanton, qui renferment une colonie et des lentilles de Dove marble.

Ces sortes de ploiements se retrouvent partout dans les schistes noirs du terrain Taconique, qui lors du renversement de tout le système, ont dû forcément, par suite de leur position de couverture supérieure de ce terrain, être soumis à des ondulations, qui jointes aux pressions latérales, ont fortement contourné et ployé toutes les assises de ce groupe. En un mot on a à Highgate-Springs, à Smith's Lime-Works, à Rich's Lime-Works et à la baie de Saint-Albans, le phénomène des colonies, signalé pour la première fois en Bohême par le très savant et sagace observateur, M. Joachim Barrande.

Ferme de Church. — En allant de Highgate-Springs rejoindre à l'Est la route de Swanton à Saint-Armand , après avoir traversé un espace entièrement plat et formé des schistes noirs, on rencontre de nouvelles lentilles calcaires de Dove marble, non-fossilifères. Puis à l'Est et tout à côté de la route, on voit une lentille de Dove marble surmontée par des Grès rouges (*Red sandrocks*), avec la discordance habituelle de 50°.

Si l'on suit la ligne d'affleurement des Grès rouges, on reconnaît qu'ils reposent tantôt sur les schistes, tantôt sur des lentilles de Dove marble, et qu'ils forment un plateau assez large, très entamé par des ravinements, des décompositions et désagrégations atmosphériques. Ce plateau va en se rétrécissant du côté de la ligne frontière du Canada, où il ne forme plus qu'une bande assez étroite près de Saint-Armand. Puis, plus au Nord, à trois ou quatre kilomètres de Saint-Armand, les *Red sandrocks* cessent tout à fait.

En plusieurs endroits de ce petit plateau de Grès rouges, on remarque que les premières couches sont d'un rouge-violet, excessivement dures, et qu'elles renferment des fossiles assez mal conservés. Les premiers fossiles que l'on a recueillis, ont été rencontrés tout à côté de la ferme de la famille Church (*Church's farm*), sur la route de Swanton à Saint-Armand, à peu de distance avant d'atteindre Saxe's Mills. En brisant les morceaux de Grès rouges, on est certain d'en trouver facilement et assez abondamment. Ces fossiles, peu apparents d'ailleurs, sont des têtes et des queues d'un petit Trilobite du genre primordial des *Conocephalites*, que feu Billings a décrit sous le nom de *Conocephalites Adamsi.*

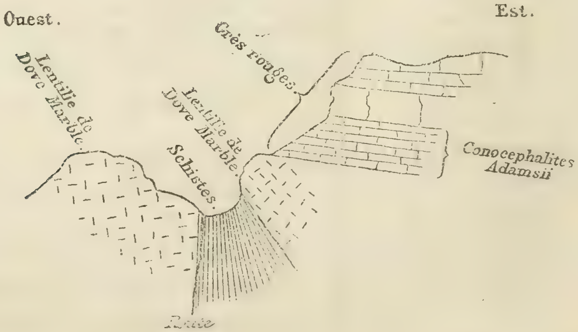
L'importance de cette découverte d'un fossile bien défini de la faune primordiale, est des plus considérables ; car elle démontre que les Grès rouges (*Red sandrocks*) du Vermont doivent être du même âge et la continuation des grès que l'on voit près de Chazy, à la Rivière-au-Sable et à Keesville, de l'autre côté du lac Champlain dans l'Etat de New-York, grès qui ont acquis une grande célébrité en stratigraphie sous le nom qui leur a été donné par le Dr. E. Emmons, de

Grès de Potsdam (*Potsdam sandstone*). Si l'on visite et étudie les grès à Keesville en revenant de la ferme Church et de la baie de Saint-Albans on est de suite frappé des analogies et même des identités de tous les caractères lithologiques et même paléontologiques. Car à Keesville on trouve un très petit Trilobite, voisin du *C. Adamsi*, qui a été appelé *Conocephalites minimus*, Bradeley. De plus même inclinaison des assises, sous des angles qui varient entre 8 et 12 degrés, en plongeant vers l'Est-Est-Nord.

Seulement dans le Vermont le Grès de Potsdam, n'ayant pas été recouvert par les dépôts du Silurien inférieur, comme cela a eu lieu à l'Ouest du lac Champlain (Etat de New-York), a été soumis pendant toute l'immensité des temps géologiques qui ont suivi, aux dénudations et décompositions atmosphériques, ce qui a enlevé et détruit la plus grande partie de la formation de ce terrain de Grès rouge, surtout les assises supérieures et moyennes, et tout les massifs les plus rapprochés du lac Champlain. Si l'on étudie les Grès rouges au point de vue des dénudations, on est frappé du peu qu'il en reste, et de la puissance des agents destructeurs qui ont enlevé, usé et nivelé toutes les surfaces de ce qui a dû être les rivages de la mer silurienne à la fin des temps Taconiques.

D'ailleurs tout n'a pas été enlevé, même dans cette large vallée de Swanton à Highgate-Springs, où l'on est frappé de trouver un vaste dépôt de sables blancs, qui en certains endroits forment de vraies dunes ; comme par exemple à la maison d'école, menacée d'être ensevelie sous les sables, à moitié chemin entre Swanton et Highgate-Springs. Evidemment ces sables proviennent et sont des restes des *Red sandrocks*, qui ont recouvert tout le pays entre Highgate-falls et Hog-Island.

Voici la coupe géologique à la ferme Church.

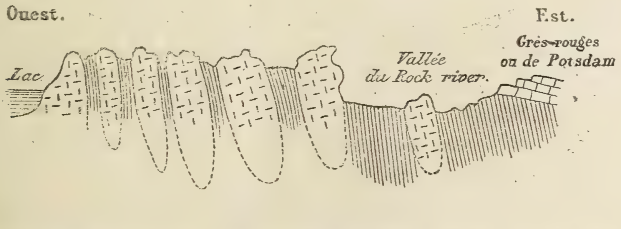


Phillipsburgh. — Entre Highgate-Springs, surtout à partir de l'embouchure de la rivière Rocheuse (*Rock river*), et Phillipsburgh, on rencontre un grand nombre de lentilles calcaires, toutes encloisonnées et encadrées dans des schistes. En général ces calcaires sont ce que l'on nomme dans le Vermont du *Dove marble*, renfermant plus ou moins de magnésie dans leur composition. Cette accumulation de masses lenticulaires est devenue célèbre par la découverte de fossiles dans plusieurs d'entre elles, surtout à côté du village de Phillipsburgh. Quoique ce massif de lentilles s'étende jusqu'à Blood's Corner et même près du village de Bradford, à six kilomètres de Phillipsburgh, et qu'il occupe une surface de trois à quatre kilomètres de largeur depuis les bords du lac Champlain jusqu'au village de Saint-Armand ou Moore's Corner, je le désignerai sous le nom de massif des lentilles calcaires de Phillipsburgh.

Ce massif est placé dans les schistes noirs du Taconique supérieur, et il est la continuation vers le Nord des schistes noirs avec lentilles, que nous venons de décrire à la baie de Saint-Albans, à Swanton et à Highgate-Springs.

Par suite du grand nombre et de l'accumulation des lentilles calcaires de cet important massif de Phillipsburgh, cette partie septentrionale des bords du lac Champlain a offert une plus grande résistance aux dénudations qui ont rasé et nivelé les autres parties des pays environnants ; et de plus, dès la dislocation et la formation en terre ferme des roches Taconiques, il a dû former une barrière, île ou promontoire, dans la mer ou golfe de Potsdam ou des dépôts des *Red sandrocks*.

Ce massif forme un relief accentué, qui s'aperçoit de loin ; et qui a l'aspect bosselé, que reproduit la coupe géologique suivante, prise un peu au nord de Saxe's-Mills, à la ligne même de la frontière entre les Etats-Unis et le Canada. La coupe traverse la vallée de *Rock river*.



La carte géologique (pl. I), qui accompagne mon travail est à une échelle trop petite pour représenter tous les détails d'affleurements des masses lenticulaires calcaires avec contournements du massif compliqué de Phillipsburgh. Je ne donnerai quelques détails, encore assez *grosso modo*, que des affleurements que l'on rencontre en s'avançant directement de Phillipsburgh à Saint-Armand, non en suivant la route, mais bien en passant par des sentiers de piétons qui relient entre elles plusieurs fermes et cabanes à sucre d'érables.

En 1862, dans ma notice intitulée : *Letter to M. Joachim Barrande on the Taconic rocks of Vermont and Canada* », page 6, j'ai déjà donné les détails géognostiques de cette partie du pays de Phillipsburgh, avec une coupe théorique à l'appui, à laquelle je renvoie.

Les lentilles calcaires du massif de Phillipsburgh ont de 30 à 200 et 300 mètres de longueur, sur 12 à 60 mètres d'épaisseur, avec des intercalations ou encadrements de schistes noirs-grisâtres. Cette structure bizarre et insolite donne un relief topographique de collines ou mamelons allongés, allant du Sud au Nord, d'une hauteur de 5 à 12 mètres, séparés par des petites vallées à parois très abruptes et qui ont la forme de fuseaux. L'ensemble (lentilles et schistes) plonge à l'Est un peu Sud, sous un angle qui varie de 30 à 65 degrés.

Si l'on marche de Phillipsburgh vers Frelighsburg, voici ce que que l'on voit. Le village de Phillipsburgh est bâti sur une première amande ou lentille calcaire de Dove marble, qui finit dans le village même. Les schistes noirs forment le cadre de cette colline, dans laquelle on ne trouve pas de fossiles.

La deuxième ligne d'affleurements de calcaires se rencontre près de la route, derrière le village. Elle est plus large qu'aucune autre des masses lenticulaires, ayant 60 mètres d'épaisseur. Jusqu'à présent on n'y a pas trouvé de fossiles. Après avoir traversé une vallée de schistes noirs, on atteint la troisième ligne ou lentille calcaire, qui n'a que 20 mètres d'épaisseur, et où l'on rencontre un fossile, le *Camerella calcifera*, Billings, qui est assez commun.

Puis on a une vallée de schistes noirs-grisâtres, et l'on arrive à la quatrième ligne de calcaires, formant un mamelon peu élevé, à peine 2 à 3 mètres, et d'une largeur de 50 mètres, mais qui contient passablement de fossiles. On n'obtient ces fossiles qu'avec beaucoup de peine, après avoir brisé de nombreux blocs d'un calcaire un peu sableux, fort dur. Voici la liste des principaux : *Bathyurus Saffordi*, Billings (ce Trilobite, le plus commun de tous ceux du Taconique supérieur, ne présente jamais que la tête et la queue ; j'en ai recueilli aussi l'hypostome), *Amphion Salteri*, Bill.. *Cheirurus*, *Asaphus*, *Dikelocephalus Missisquoi*, Bill., *Camerella calcifera* Bill., *Orthis Hippolyte*, Bill., *Orthoceras Marcoui*, Barrande, *Orthoceras Missisquoi*, Bill., et des éléments et tiges d'Encrines ou de *cystideæ.*

On rencontre souvent dans cette lentille de véritables nids ferrugino-calcaires, qui exposés à l'air s'oxydent facilement et se décomposent, faisant ressortir les formes délicates des fossiles, surtout de l'*Amphion Salteri*. Sur plusieurs parties de cette lentille, on voit des nids et des filons véritables de carbonate de magnésie ; et alors le calcaire devient du véritable Dove marble et ne contient plus de fossiles. Peu avant d'atteindre Eaton's Barn, cette lentille se ploie en véritable demi-lune.

La cinquième ligne de calcaires en amandes, commence à la ferme de Blanchard, et après avoir formé trois ou quatre mamelons, elle se termine par une crête plus accentuée que les autres et qui domine le village de Saint-Armand, appelé aussi des noms de Four-Corners (les quatre coins), ou Moores'Corner. Dans cette cinquième grande lentille on rencontre surtout des coquilles fossiles en forme de spirale, appartenant à des Céphalopodes ou à des Gastéropodes, tels que : *Lituites Farnsworthi*, Bill. *Lituites Imperator*, Bill., *Nautilus Pomponius*, Bill., *Murchisonia Vesta*, Bill., *Metoptoma Niobe* et *Metoptmona Orithya*, Bill., *Pleurotomaria postuma*, Bill., *Maclurea matutina*, Hall, *Maclurea ponderosa*, Bill., *Ecculiomphalus canadensis*, Bill., *Ecculiomphalus intortus*, Bill., et *Ecculiomphalus spiralis*, Bill.

Le calcaire de cette cinquième ligne de masses lenticulaires est blanchâtre à la surface ; la cassure bleu-grisâtre est lustrée ; la structure en petit est sub-foliacée avec des surfaces ondulées et luisantes comme des schistes. Il présente le singulier phénomène de ne laisser voir les fossiles que sur les surfaces très usées et polies par les agents atmosphériques. Dans l'intérieur de la roche on ne voit absolument rien, aucune trace indiquant une coquille ou un test quelconque.

Enfin la sixième grande lentille est très large. Elle forme au Nord-Ouest de Saint-Armand un dôme allongé, bien accentué, élevé de 25 à 35 mètres au-dessus de la vallée. Sur les surfaces usées et polies de cette lentille se voient des sections de gros Gastéropodes, surtout des *Maclurea* et des *Ecculiomphalus*.

La vallée de Saint-Armand ou de Krantz Mills a une largeur d'environ 500 mètres. Elle est composée entièrement de schistes noirs-grisâtres. Puis on rencontre une colline de *Red sandrocks* ou Grès de Potsdam, reposant en stratification discordante sur les schistes. Ces Grès rouges, avec calcaires dolomitiques gris-blanchâtres, ont une longueur de 100 mètres , et les assises sont presques horizontales.

Plus loin à l'Est, en s'avançant vers la ferme de Cook, sur la route de Frelighsburg, on rencontre les schistes luisants noirâtres identiques à ceux de la ville de Saint-Albans.

Comme toutes les lentilles calcaires de Phillipsburgh sont très allongées, la stratification est assez distincte ; quelquefois même on a des bancs bien stratifiés s'étendant sur une longueur de 15 à 25 mètres ; puis ils disparaissent subitement au milieu de massifs anguleux, à fissures et à veines remplies de carbonate de chaux semi-cristallisé, ou de carbonate de magnésie amorphe.

Par suite de plusieurs flexions et petits ploiements, les calcaires du groupe de Phillipsburgh ont une inclinaison très variable, plongeant quelquefois à l'Est-Est-Sud et même au Sud-Sud-Est, sous un angle de 20 à 30 degrés. Les schistes qui les encadrent ont alors la même inclinaison et le même plongement. Mais généralement l'inclinaison des calcaires et des schistes est de 45 à 65 degrés, et les plongements sont vers l'Est.

Les collines ou mamelons calcaires sont tous arrondis du côté de l'Est, tandis qu'ils présentent un petit abrupt très raide, de trois à quatre mètres de hauteur, du côté de l'Ouest. Puis toutes les vallées schisteuses comprises entre les lentilles sont en forme de fuseau.

Dans tout le massif de Phillipsburgh on n'a pas trouvé les mêmes colonies que celles qui existent à Highgate-Springs, à Swanton et à la baie de Saint-Albans ; mais alors on y a de véritables centres d'apparitions de formes de fossiles indiquant des avant-coureurs ou types prophétiques des faunes secondes, comme : *Orthoceras*, *Lituites*, *Nautilus*, *Maclurea*, *Ecculiomphalus*, *Pleurotomaria*, *Murchisonia* et *Amphion*, mélangés à des formes primordiales, comme : les *Dikelocephalus*, les *Bathyurus* et *Camerella*.

Du reste, avec les années, nos connaissances des faunes primordiales s'augmentent constamment de nouvelles formes, aussi bien en Europe qu'en Amérique. Le petit bassin de la Bohême, qui a servi à M. Barrande pour donner les premiers aperçus de la vie primordiale, ne pouvait contenir toute la série des êtres primordiaux ; surtout si l'on songe que, d'après les remarques si judicieuses de M. Barrande lui-même, les faunes primordiales ont été divisées en provinces géologiques marines et que ces provinces sont au moins tout aussi tranchées et différentes que les provinces zoologiques d'aucune des périodes géologiques qui ont succédé. En Bohême, la faune primordiale n'est composée que de Trilobites, appartenant surtout aux genres *Paradoxides*, *Conocephalites*, *Arionellus*, *Agnostus*, etc. Dans le pays de Galles il n'en est plus de même, et, grâce aux recherches de mon ami, feu Salter, et de MM. Henry Hicks, Harkness et Homfray, on y a trouvé, dans le groupe des strates de l'époque primordiale (groupes de Longmynd, Menevien, des Lingula flags et de Tremadoc), en outre des grands Trilobites signalés en Bohême, des Brachiopodes, des Gastéropodes (Hétéropodes), des Crinoïdes et des Cystidæ, des Lamellibranches et des Céphalopodes. En Amérique, la faune primordiale est encore plus riche. Tout en commençant, comme en Europe, par les genres de Trilobites tels que : *Paradoxides, Olenus, Conocephalites ;* elle renferme d'autres genres spéciaux à l'Amérique, tels que : *Bathyurus*, *Bathyurellus*, *Menocephalus*, *Amphion ;* et surtout elle voit apparaître les *Dikelocephalus*, les *Ampyx*, les *Asaphus*, les *Cheirurus*, les *Calymene*, les *Illœnus;* des Céphalopodes, des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes, des Crinoïdes, des Zoophytes, des Protozoaires et des Graptolites. Cette richesse, d'ailleurs, étonne peu lorsque l'on considère les vastes surfaces recouvertes par le terrain Taconique de l'Amérique du Nord.

Une rectification. — Ceux qui ont lu les magnifiques travaux du vénéré et très savant M. Barrande, connaissent l'opposition qu'il fait à l'existence des Céphalopodes dans la forme primordiale. En Bohême, où des déversements de porphyres ont arrêté les dépôts sédimentaires réguliers et par suite interrompu les développements de la faune primordiale, on n'a que la portion la plus ancienne de la faune, c'est-à-dire la zone à *Paradoxides.* Mais les groupes moyen et supérieur de cette belle et intéressante faune y font complètement défaut. Par contre, on possède la faune primordiale avec tous ses développements dans le pays de Galles, à Terre-Neuve, dans le Nouveau-Brunswick, au Canada et aux États-Unis; et, dans toutes ces contrées, on y a trouvé des Céphalopodes qui ont vécu en compagnie d'êtres ayant des formes incontestablement primordiales. Cela me conduit à faire une rectification :

M. Barrande, dans son *Résumé général de nos Études sur les Céphalopodes* (1), parle d'une découverte d'un fragment de Céphalopode que j'aurais faite dans la carrière de Braintree, près de Boston, découverte qu'il conteste en s'appuyant sur une lettre de M. S. W. Ford. Evidemment l'honorable M. Barrande fait une confusion avec la découverte de feu le Révérend John B. Perry. Ce dernier m'a affirmé avoir trouvé un fragment de Céphalopode à Braintree, en compagnie du *Paradoxides Harlani* et d'un *Conocephalites* inédit. Des circonstances de force majeure ont empêché Perry de me montrer l'échantillon. Mais connaissant l'honnêteté et la capacité d'observateur de mon regretté ami feu le Révérend Perry, j'ai cru devoir rappeler sa découverte dans mon *Explication d'une seconde édition de la Carte géologique de la Terre*, tout en lui donnant une forme dubitative, parce que je n'ai pu contrôler *de visu* cette découverte. M. Ford pas plus que moi, n'a vu l'échantillon, qui, je pense, doit se trouver dans le musée Agassiz, à Cambridge.

---

(1) *Système silurien de la Bohême*, vol. II, 5e partie, p. 1462, PRAGUE, 1877.

Résumé. — Résumons la géologie de cette partie Nord-Est des bords du lac Champlain. D'après les observations précédentes, on voit que le pays est formé de deux grands systèmes de roches, en dehors, bien entendu, des terrains superficiels quaternaires et modernes, dont je ne parle pas dans cette étude.

Ces deux systèmes de roches ne sont pas contemporains. Le plus récent, reposant partout en discordance de stratification bien accentuée sur l'autre, est connu dans le pays sous le nom de *Red sandrocks* (Grès rouges). Par leurs affinités et ressemblances paléontologiques, lithologiques et géognostiques, ces Grès rouges sont rapportés au grès de *Potsdam sandstone*, dont ils sont d'ailleurs très rapprochés géographiquement, car une distance de cinq kilomètres seulement les sépare de localités typiques pour ce grès, les environs des villages de Chazy et de Keesville. Ce qui en reste, car la plus grande partie des *Red sandrocks* a été dénudée, est évidemment la base ou partie inférieure du Grès de Potsdam de l'Etat de New-York et du comté de Beauharnais, au Canada.

Le plus ancien système de roches comprend tous les schistes qui se rencontrent depuis les bords du lac Champlain jusqu'aux conglomérats, schistes talqueux et quartz, qui forment la première grande chaîne des Montagnes Vertes (*Green Mountains*), schistes talqueux qui finissent par être remplacés, plus à l'Est, par des micaschistes, des gneiss et des granites.

Une immense brisure et dislocation des strates a eu lieu à la fin du dépôt de ces schistes noirs-grisâtres ; elle a soulevé non seulement les granites, syénites, gneiss et micaschistes, mais aussi tous les autres schistes noirs plus récents, et, par suite de pressions latérales des plus puissantes, elle a refoulé, en le renversant, tout le système, et lui a donné cette structure particulière aux montagnes les plus compliquées, désignée dans les Alpes sous le nom significatif de structure en éventail.

La partie supérieure de ce vaste ensemble de schistes anciens forme, dans le système des Montagnes Vertes, la dernière chaîne occidentale du groupe. Suivant les localités, cette dernière chaîne porte différents noms, dont le principal et le plus connu est : « la chaîne de montagnes *Taconique*, dont la direction est presque du Nord au Sud, et court sur un grand espace parallèlement aux lignes frontières des États de New-York, du Connectitut, du Massachussetts et du Vermont (1). »

Ce nom, d'origine indienne, donné par les habitants aborigènes de ces contrées, et sous tous les rapports on ne peut mieux approprié, a été proposé et adopté par feu le professeur Ebenetzer Emmons, qui l'a appliqué à ces schistes noirs-grisâtres qu'il a été le premier à décrire et à caractériser.

---

(1) Voir : *The Taconic system, by E. Emmons*, in-4°, ALBANY, 1844.

Dans ces schistes Taconiques, se trouvent pris et encadrés des massifs lenticulaires calcaires, disséminés çà et là, sans ordre stratigraphique; puis aussi des quartzites et quelques dalles calcareo-sableuses.

L'épaisseur totale de ce système, en tenant compte des ploiements et contournements locaux de la partie supérieure, ne peut pas être estimée à moins de 3,000 mètres. Dans un pareil ensemble de strates, pour la clarté des descriptions, il est nécessaire de faire des subdivisions, afin d'avoir des points de repère, et aussi pour faciliter les comparaisons que l'on pourra faire avec les autres contrées. Feu le D^r^. Emmons a bien établi des subdivisions dans cette série, mais il lui a manqué presque toujours les fossiles; le bel horizon fossilifère de Georgia n'avait pas encore été découvert. De plus le peu de fossiles qu'il avait recueillis étaient mal conservés et avaient des caractères un peu problématiques, tout en montrant des formes spéciales et insolites. Enfin le D^r^. Emmons ne regardait pas les massifs lenticulaires calcaires comme encloisonnés et faisant partie intégrante du terrain Taconique, mais bien comme étant des espèces de sacs ou de poches remplies postérieurement à l'époque Taconique par des dépôts de roches, des groupes du Grès calcifère (*Calciferous sandrock*) ou du Calcaire de Trenton.

Ces raisons m'ont décidé à donner une classification un peu différente du Taconique supérieur, tout en adoptant les divisions principales, les vues d'ensemble et enfin tout le système Taconique du D^r^. Emmons.

Voici ces divisions du terrain Taconique supérieur, que j'ai déjà données d'ailleurs en grande partie dans deux mémoires publiés en 1862 et 1863, sous les titres de : « *The Taconic and Lower Silurian rocks of Vermont and Canada;* et « *Letter to M. Joachim Barrande on the Taconic rocks of Vermont and Canada* », Boston et Cambridge, in-8°.

Les fossiles primordiaux trouvés à Georgia et à Swanton, permettent de former un groupe de roches, composé principalement de schistes ardoisiers, de quelques minces assises de grès calcaires, avec des massifs lenticulaires de calcaire encadrés et encloisonnés dans les schistes, dont l'épaisseur approximative peut être évaluée à 130 mètres. Son importance est des plus grandes, puisque ce groupe de Georgia a été reconnu tout le long de la ligne de Georgia à la frontière du Canada où il pénètre, et où selon plusieurs indications, on le suivra sans de grandes difficultés jusqu'à la rivière du Loup, et peut-être jusqu'à Gaspé.

De plus ce groupe avec ses fossiles caractéristiques, surtout l'*Olenus Thompsoni* a été reconnu au détroit de Belle-Isle sur la côte de Terre-Neuve.

Le groupe de Georgia placé à peu près au milieu du terrain Taconique supérieur au vrai Taconique par excellence, le divise en deux parties presque égales ; savoir : la partie inférieure s'étendant jusqu'aux schistes et conglomérats talqueux, que j'ai désignés jadis sous le nom de groupe de Saint-Albans ; et la partie supérieure formant les groupes de Phillipsburgh et les schistes de Swanton, qui ne sont autres que les véritables schistes noirs du D^r. Emmons.

Les limites de ces divisions sont indistinctes, comme on doit s'y attendre dans un énorme système de roches de la même nature lithologique ; mais je suis certain qu'après quelques recherches, on retrouvera toujours ces divisions dans la région de l'Amérique que je considère ; c'est-à-dire la contrée comprise entre les fleuves Saint-Laurent, Richelieu et Hudson.

Le groupe de Saint-Albans repose en concordance de stratification sur le Taconique inférieur, qui commence aux conglomérats et schistes talqueux. Il a une puissance de 1,000 mètres environ. Il présente vers sa partie inférieure, dans des schistes, des filons, veines et nids de quartz pur, et aussi des quartzites. En Canada, ces roches quartzeuses sont remplacées par un déversement de trapps. Vers le milieu de cette division de Saint-Albans, on rencontre un massif de schistes plus homogènes, qu'on exploite souvent pour couvrir les maisons, et qui sont connus dans Vermont sous le nom significatif de *roofing slates* (schistes ardoisiers pour les couverts).

La partie la plus supérieure du groupe, contient d'assez nombreuses lentilles de calcaire très dur, à structure bréchiforme, à stratification indistincte, de couleur bleue, grisâtre à la cassure ; comme par exemple dans le massif lenticulaire qui forme les chutes de la rivière Missisquoi au milieu du village de Highgate-falls. En général ces lentilles calcaires du groupe de Saint-Albans ont une forme plus globuleuse et moins en amande que celles du groupe de Phillipsburgh.

Les fossiles paraissent être très rares dans le groupe de Saint-Albans. On dit avoir trouvé un exemplaire de Trilobite, identique à l'*Ol. Thompsoni* de Georgia, dans un des ravins voisins de la ville à l'Est de Saint-Albans ; et un autre exemplaire aurait été trouvé près de Franklin. Mais je ne les ai vus ni l'un ni l'autre. Il est possible que ce soient de véritables *Paradoxides*. Dans la masse lenticulaire calcaire de Highgate-falls, feu mon ami le Dr. Hall de Swanton a recueilli un *Bathyurus* et un fragment de Céphalopode. Pour moi je n'ai rien pu y trouver, dans les nombreuses visites que j'ai faites à Saint-Albans et à Highgate-falls.

Le groupe de Phillipsburgh qui surmonte immédiatement le groupe de Georgia, décrit et caractérisé antérieurement, ne peut être évalué à moins de 1,000 mètres d'épaisseur. Là où il n'y a pas, ou presque pas, de lentilles calcaires encadrées dans les schistes, il est possible que ce groupe n'ait guère que de 3 à 400 mètres d'épaisseur. Mais dans le massif de Phillipsburgh, il atteint certainement au moins 1,000 mètres. Les fossiles y sont localisés dans certaines amandes calcaires privilégiées, celles dont les calcaires sont plus marneux et moins compactes que ce que l'on nomme le Dove marble, où par contre on ne trouve pas traces de fossiles, du moins entre la baie de Saint-Albans et Phillipsburgh. Ainsi que je l'ai déjà dit, les fossiles du groupe de Phillipsburgh indiquent un mélange de formes dites primordiales, avec des formes de la faune seconde. Plus exactement on y a des formes prophétiques ou des avant-coureurs de la faune silurienne; et cela en plus grande abondance qu'en Europe.

Enfin les schistes ou groupe de Swanton succèdent sans limite bien tranchée au groupe de Phillipsburgh, seulement on peut dire en général que les Schistes de Swanton sont d'une couleur plus noire, que les lentilles calcaires y sont bien moins nombreuses et qu'elles gisent toujours vers la partie inférieure du groupe, dans le voisinage du groupe de Phillipsburgh. Les lentilles de Dove marble y sont très rares et de dimensions plus petites que dans les groupes précédents. Je n'en connais qu'à Highgate-Springs.

Plusieurs de ces lentilles calcaires sont des colonies, renfermant en outre de types précurseurs, comme les *Ampyx*, *Calymene*, *Trinucleus*, *Orthis*, *Rhynchonella*, *Orthoceras*, *Murchisonia*, des espèces identiques, ou tout au moins très voisines du Silurien inférieur, ou système de Champlain, ou faune seconde.

Vers la base du groupe de Swanton, on rencontre beaucoup de *Graptolites*. Dans le village même de Swanton, elles ne sont pas rares, surtout aux chutes de la rivière Missisquoi; et si les schistes y étaient plus exposés à la vue, il est peu douteux que l'on y trouverait toutes les espèces de la Pointe-Lévis (Canada).

Il y a çà et là dans le groupe de Swanton de véritables assises de calcaires marneux de couleur bleu-foncé presque noirâtre, ayant seulement $0^{m},15$ d'épaisseur, et ne semblant pas contenir trace de fossiles.

Les ploiements et contournements auxquels ce groupe a été soumis rendent difficile une évaluation, même approximative, de son épaisseur; cependant je pense qu'elle ne doit pas être moins de 800 mètres. Il forme tout le pays à l'Ouest d'une ligne qu'on tirerait de Highgate-Springs à Swanton et à la ferme du gouverneur Smith (baie de Saint-Albans). Il compose entièrement Hog Island (île du Cochon) et les îles Butler, Wood et Potter. Je ne sais pas s'il forme la partie nord de l'île North-Hero, que je n'ai pas visitée; mais je suis porté à le croire.

Groupe de Champlain. — Toute la grande presqu'île d'Alburgh est recouverte par les Schistes d'Utica (*Utica slates*), dans lesquels on rencontre très abondamment une quantité de fragments du Trilobite appelé *Triarthus Beckii*, Green, et le *Graptolites dentatus*, Emmons. Si l'on suit la côte occidentale de la presqu'île d'Alburgh, depuis le débarcadère de l'île La Motte, jusque vis-à-vis Rouses-Point, on est frappé de voir partout les schistes d'Utica remplis de fragments de fossiles, fortement relevés, ployés, brisés et très tourmentés, comme cela arrive toujours dans le voisinage des grandes failles.

A Rouses-Point, sur le bord occidental du fleuve Richelieu, on retrouve les Schistes d'Utica, renfermant une quantité de fragments de *Triarthus Beckii*, exactement comme à la péninsule d'Alburgh. Mais aussitôt qu'on arrive sur le territoire de Chazy, comté de Clinton, État de New-York, on rencontre d'abord les calcaires de Trenton, par assises bien régulières et remplies de fossiles, comme aux chutes de Trenton (*Trenton falls*). Ces calcaires recouvrent tout le pays entre le village de Corbaux, celui du débarcadère de Chazy et le village de Chazy proprement dit. Si l'on suit le lit de la rivière, en arrivant un peu au-dessous du pont du village de Chazy, on reconnaît dans les berges, les calcaires de l'île La Motte, aussi nommés calcaires de *Black river*, puis le calcaire de la petite subdivision du *Bird-eyes*, et enfin les calcaires de Chazy (*Chazy limestone*). Cette dernière division atteint une épaisseur de 100 mètres; et les calcaires qui la composent sont très fossilifères, surtout très riches en Brachiopodes, en *Maclurea* et en débris de Crinoïdes (1). Plus à l'Ouest, après être sorti du village, on a les *calciferous sandrocks* (grès calcarifères), ayant de 40 à 50 mètres d'épaisseur au maximum. Puis le tout repose sur la partie supérieure du Grès de Potsdam. On dirait que les assises des différentes divisions de roches du terrain Champlain ou silurien inférieur tournent autour du village de Chazy, comme autour d'un pivot.

(1) Je ne donne pas de listes des fossiles, ni de descriptions détaillées de la géognosie de cette partie de New-York. Le lecteur trouvera tous les détails dans les volumes in-4° du *Geological survey of New-York*, 1842-48.

C'est à deux kilomètres à l'ouest de Chazy, que l'on voit le point de contact entre les grès calcifères et les Grès de Potsdam. Partout on observe une discordance de stratification bien marquée. Les Grès de Potsdam inclinent de 8 à 10° vers l'Est-Est-Sud ; tandis que les grès calcifères ont une inclinaison d'au moins 25°, en plongeant au Sud-Sud-Est.

Du reste topographiquement, il y a une grande différence entre la partie du pays formée des Grès de Potsdam et celle qui est recouverte entièrement par le terrain Champlain. La région du Grès de Potsdam présente tout à fait l'aspect d'une ancienne plage marine sur laquelle venaient mourir les vagues de la mer de l'époque des dépôts du terrain Champlain; tandis que le pays silurien offre une série de petites collines s'échelonnant les unes derrière les autres, avec des inclinaisons des strates de plus en plus fortes, et qui ont l'air d'aller s'engloutir dans le lac Champlain, où un fort effondrement avec faille s'est produit à la fin du dépôt Champlain.

Cette faille, à laquelle le lac Champlain doit son origine, traverse la baie de Missisquoi dans toute sa longueur, passe entre Hog-Island et la presqu'île ou péninsule d'Alburgh, semble couper le coin Nord-Est de l'île de North-Hero, pour disparaître sous les eaux du lac entre les îles Butler et Knight.

En résumé, on a à Chazy, à l'île La Motte et à la péninsule d'Alburgh un groupe de roches bien caractérisé, qui se retrouve identiquement dans diverses parties de l'État de New-York et du Canada, et que le docteur Emmons a nommé le groupe ou terrain Champlain, renfermant la faune seconde de M. Barrande. Ce Silurien inférieur véritable n'est séparé du terrain Taconique, aussi créé et établi par le docteur Emmons, que par un bras du lac Champlain, de seulement 100 mètres de largeur vis-à-vis le village d'Alburgh-Springs.

Les assises de ces deux terrains, à tous les points de vue, n'ont absolument rien de commun les unes avec les autres, si ce n'est une structure schisteuse du groupe d'Utica et des schistes de Swanton.

Explication de la carte géologique (pl. I). — La carte est à une échelle suffisante pour permettre de donner des détails d'affleurements nécessaires à l'entente d'une stratigraphie très compliquée, et qui se rencontre bien rarement.

Le caractère si remarquable des lentilles calcaires disséminées au milieu des schistes Taconiques, a été indiqué, en accusant plus fortement les teintes du groupe dans lequel elles sont encadrées. De plus j'ai placé une croix sur des lentilles calcaires des groupes de Phillipsburgh et de Swanton, où l'on a des colonies et des centres d'êtres prophétiques de la faune seconde.

Il faudrait que la carte fût à une échelle plus grande pour donner tous les détails des ploiements locaux, des lentilles calcaires et des schistes de Highgate-Springs et de Phillipsburgh. Pour Highgate-Springs, j'ai pu dessiner bien visiblement tous les accidents et détails fort compliqués qui s'y trouvent sur la grande carte des comtés de Franklin et de Grande-Ile, par M. E. Walling, New-York, 1857. Celle de feu Logan, citée précédemment, est trop petite; et sous une apparence d'exactitude mathématique, elle ne donne que très imparfaitement les affleurements et les directions.

J'ai laissé en blanc l'île Knight, le Nord de l'île North-Hero, et une partie de la route entre Rouses-Point et Chazy, que je n'ai pas visitées ou pas tenues minutieusement et pied à pied préférant l'abstention à des indications hasardées ou douteuses.

Explication des coupes géologiques (pl. II). — Les coupes de Georgia, de Saint-Albans, de Swanton et d'Highgate-Springs ont été expliquées avec détail dans les descriptions qui précèdent.

Dans la coupe idéale C, représentant l'époque de la mer qui a déposé les grès de Potsdam sur les assises disloquées et renversées des schistes Taconiques et sur les roches cristallines de New-York, j'ai cherché à montrer quels étaient, dans la région Nord du lac actuel, les contours probables de la mer Potsdammique, et j'ai indiqué par un pointillé les positions des villages de Chazy et de Swanton.

La coupe idéale B, de la même région, représente les terres fermes, le bassin et la mer de l'époque silurienne inférieure, qui a vu dans ces parages l'existence et le développement de la faune seconde. Les Grès de Potsdam, sur la rive orientale, étaient dans toute leur puissance et formaient des falaises en surplomb sur la mer.

Puis la coupe A, à travers le lac Champlain, depuis le voisinage du village de Chazy jusqu'aux Montagnes-Vertes, en passant par Swanton, montre le relief actuel et ce qui reste des formations du terrain Champlain et du Taconique supérieur, après les longues et très importantes dénudations qui se sont accomplies depuis que ces terrains ont été exondés et soumis aux agents destructifs de l'atmosphère.

M. Gaudry communique la note suivante :

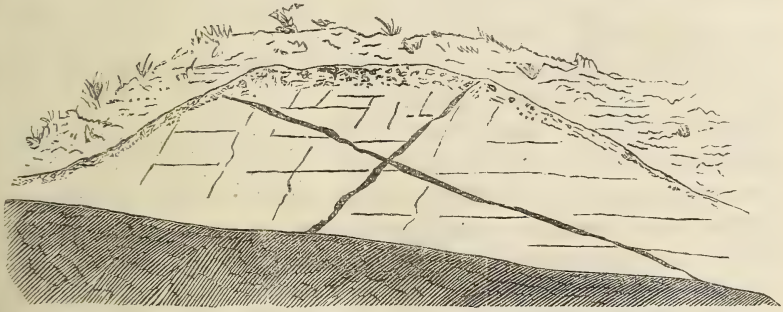
*Sur l'*origine des silex de la craie,

Par M. **de Cossigny.**

L'idée qui me paraît la plus répandue, c'est que les silex de la craie sont dus à une précipitation floconneuse de silice qui aurait eu lieu dans la mer crétacée en même temps que s'y déposait un sédiment calcaire. Il est assez naturel qu'une telle manière de voir se soit présentée la première à l'esprit des observateurs ; la craie ayant été surtout étudiée dans la région classique, peu distante de Paris, où les silex se montrent en lits horizontaux coïncidant avec certains plans de stratification. On est non moins naturellement amené à un point de vue tout différent, quand on parcourt une région, telle que les environs de Troyes, où les silex ne se rencontrent que rarement dans les plans de superposition des couches.

Dans les collines de la rive droite de la Seine au N.-O. de Troyes, j'ai pris le croquis suivant, dans une berge, au bord du chemin désigné sur la carte de l'état-major sous le nom de la *voie Rège.*

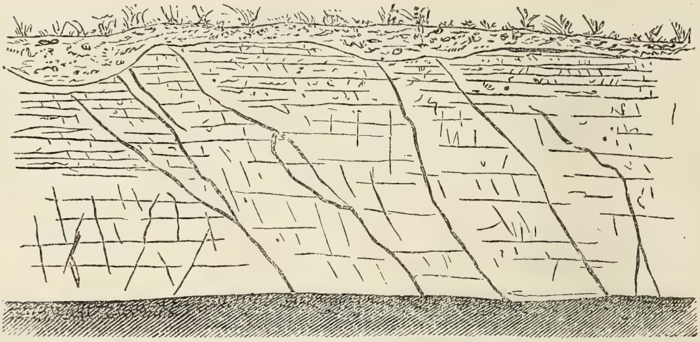
Fig. 1. — *Veinules de silex croisés dans un talus de craie au bord de la voie Rège.*



Les plus fortes lignes noires représentent les intersections de la surface du talus de craie et de deux veinules de silex de deux à trois centimètres d'épaisseur, véritables filons en miniature, qui se croisent comme l'indique la figure. Ni l'une ni l'autre de ces veinules n'est en rapport avec la stratification qui est sensiblement horizontale. Il est évidemment impossible que de la silice qui se serait aglomérée au milieu de l'eau, en vertu de la seule force d'attraction de ses molécules, et en même temps que se déposait lentement la matière crayeuse, ait pu affecter une telle disposition.

Voici une autre vue, prise au S.-O. de Troyes, dans le talus d'une tranchée de trois à quatre mètres de hauteur, sur la route du village de Laines-aux-Bois au hameau des Grandes-Vallées.

Fig. 2. — *Veinules de silex dans une tranchée près Laines-aux-Bois (Aube).*



Je pourrais multiplier les exemples, mais il me suffira de signaler les traits communs à ceux déjà cités et à tous les autres analogues.

Lorsque deux veinules, ou petits filons de silex, se croisent comme dans la figure 1, il n'y a pas deux filons d'âges différents, dont l'un aurait recoupé l'autre, mais, à proprement parler, un filon unique ayant rempli simultanément deux fentes croisées. Vers le croisement il n'y a pas de solution de continuité entre la matière siliceuse qui remplit les divers embranchements.

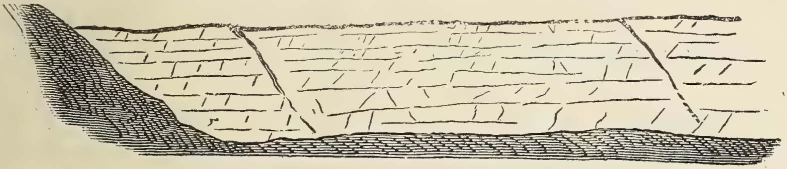
Généralement ces petits filons de silex ne sont continus que sur une étendue de quelques mètres; après quoi ils s'amincissent et se terminent en coins. Mais on peut reconnaître que leur direction est prolongée par une fente capillaire existant dans la craie; et, si la disposition des lieux permet de suivre cette fente, on retrouve, dans son plan, de nouvelles veinules de silex plus ou moins étendues ou, tout au moins, des séries de plaquettes irrégulièrement lenticulaires correspondant à des élargissements de la fente.

Parmi les innombrables fentes qui recoupent souvent la craie suivant diverses directions, celles qui se trouvent remplies de silex sont en nombre relativement très petit. Non seulement les autres sont vides mais beaucoup d'entre elles traversent les veinules de silex. Aussi, partout où la craie est très fissurée, on ne peut extraire de ces veinules que de petits fragments tabulaires qui se détachent d'eux-mêmes à mesure qu'on les dégage de la craie qui leur était adhérente. Cette observation me paraît démontrer que le remplissage des fissures de la craie par la silice n'a eu lieu que pendant un temps très limité et à une époque relativement fort ancienne, postérieure à la solidification de la craie, mais antérieure à la plupart des dislocations qu'elle a subies.

Dans tous les cas dont il s'agit, le silex présente les mêmes couleurs, noire ou brune, les mêmes caractères minéralogiques que les silex ordinaires; la surface de contact avec la craie, au voisinage du silex, ne présente aucun signe d'altération.

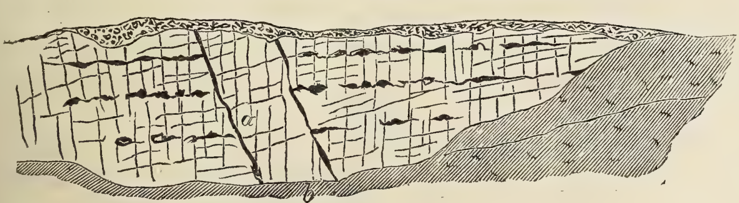
Au bord de la route qui conduit de Saint-Mards-en-Othe à Maraye, une petite carrière à flanc de coteau met en évidence, sur une étendue de dix à douze mètres, un lit horizontal et continu de silex dont l'épaisseur varie de deux à quatre centimètres. Ici on pourrait croire au premier abord qu'on a affaire à une petite couche siliceuse régulièrement stratifiée. Mais, en y regardant de plus près, on aperçoit deux ramifications inclinées qui pénètrent de un mètre à un mètre trente dans la craie sous-jacente; ce qui prouve qu'il s'agit encore d'un véritable petit filon dont la branche principale s'est, pour ainsi dire, introduite dans le joint séparatif de deux couches.

Fig. 3. — *Gradin de craie couronné par une strate de silex, dans une carrière près de Saint-Mards (Aube).*



Une petite carrière (fig. 4), au-dessus de Saint-Benoît-sur-Vanne, mettait en évidence, lors de ma visite, des faits des plus intéressants. Indépendamment de deux veinules inclinées et parallèles, le front de

Fig. 4. — *Front de taille dans une carrière de craie avec silex, près Saint-Benoît-sur-Vanne (Aube).*



carrière recoupait plusieurs lits horizontaux de silex, complètement interrompus dans l'intervalle de un mètre cinquante environ qui séparait les deux veinules. Ces lits, qui présentaient quelques solutions de continuité se terminaient, vers les extrémités de la carrière, par des plaquettes de silex amincies sur leurs bords. Mais, plus près des filons, on trouvait des plaques lenticulaires plus épaisses et même des silex en rognons irréguliers. En divers endroits il y avait soudure ou, pour parler plus exactement, continuité entre les veinules inclinées et les silex les plus voisins.

Ainsi, dans cet espace de quelques mètres, on trouvait réunies les dispositions les plus dissemblables des silex ; ceux en forme de filons et ceux, de forme variée, qui occupent des joints de stratification : bien plus, on pouvait constater l'unité du phénomène qui avait produit ces silex d'aspects si différents.

Autre fait très curieux : la veinule de gauche, dans sa partie inférieure, de *a* en *b* sur la figure, était composée de plusieurs bandes alternatives de silex et de pyrite blanche (1) ; circonstance qui tend, d'une part, à justifier dans une certaine mesure la dénomination de filons que j'ai appliquée plusieurs fois aux veinules de silex ; et d'autre part, à démontrer que les pyrites qu'on rencontre dans la craie auraient une origine tout à fait semblable et à peu près contemporaine de celle des silex.

Dans les divers cas que je viens de passer en revue, il me paraît d'une évidence indiscutable que le silex s'est déposé dans les fentes de la craie, déjà solidifiée, partiellement disloquée et vraisemblablement émergée. Peut-être faudrait-il ajouter que, dans la plupart des cas, les fentes ont été préalablement élargies par l'action d'eaux corrosives. Dans tous les cas, le résultat final ne peut être attribué qu'à des eaux minéralisées qui ont déposé une concrétion siliceuse sur les parois des cavités qu'elles ont, peu à peu, comblées.

Quelle était exactement la composition chimique et l'état physique de l'eau incrustante ? Par quel phénomène d'endosmose la silice s'est-elle portée dans les espaces vides d'une certaine dimension sans laisser de traces de son passage dans les pores de la roche, non plus que dans les fentes, d'une largeur capillaire ? Ce sont là des questions que je n'entreprends point de résoudre. Je ferai seulement remarquer que les phénomènes qui nous occupent sont parfaitement comparables au remplissage des cavités de certaines roches amygdaloïdes par le calcaire spathique, et à peu près identiques à ceux qui, dans d'autres roches, ont eu pour résultat la production des agates ; qu'enfin les lois naturelles, sous l'empire desquelles se sont accomplis ces divers phénomènes, ne paraissent pas différer essentiellement de celles qui ont présidé à la circulation, à travers les roches, de diverses substances, telles que les phosphates, les pyrites et plusieurs oxydes, qui ont donné lieu à diverses épigénies ou se sont concentrées dans des corps fossiles.

---

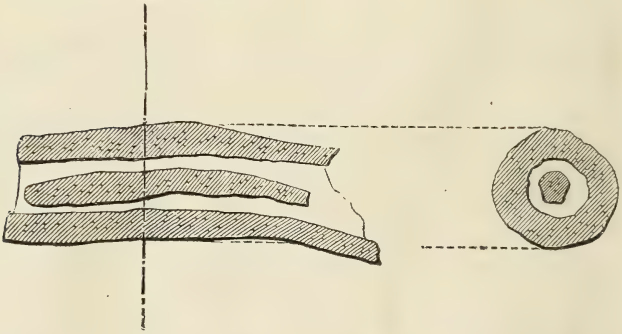
(1) La pyrite était en grande partie décomposée et il n'en restait pour ainsi dire que des témoins, le reste était remplacé par de l'oxyde de fer un peu ocreux.

J'ai considéré plus particulièrement, jusqu'ici, les silex qui affectent les dispositions en plaques ou en veinules ; quant à ceux qui se présentent sous des formes plus ou moins irrégulières et sont ou complètement isolés, ou groupés par bancs horizontaux, j'ai déjà dit qu'ils paraissent identiques aux premiers au point de vue minéralogique. Il faut remarquer, en outre, qu'ils gisent non seulement dans le même terrain, mais souvent dans le prolongement des mêmes couches. Il serait vraiment bien étrange que ces divers silex appartinssent à des époques géologiques très éloignées et eussent un mode de génération radicalement différent. Et, à ce propos, je ferai remarquer en passant que l'hypothèse d'une précipitation de silice concommittante de la sédimentation de la craie est loin de satisfaire complètement l'esprit même pour le cas particulier en vue duquel elle a été imaginée. En effet, il ne manque pas de dépôts qu'on regarde, à juste titre, comme des produits de précipitation. Or, dans chaque exemple de ce genre, le produit affecte certaines formes constantes, sans doute en rapport avec les conditions spéciales dans lesquelles s'effectuait la précipitation. Tandis que, dans certains cas, la matière adventice s'est mélangée intimement avec les autres éléments de la roche, elle a pris ailleurs la forme et le volume des oolithes ou des pisolithes, voir même des œtites. Mais comment concevoir un même précipité donnant lieu simultanément à des silex presque sphéroïdaux, à d'autres aplatis, à d'autres encore qui sont irrégulièrement mamelonnés, percés, ramifiés ou cornus ? Si nous supposons, au contraire, que les silex se sont moulés dans des cavités préexistantes de la craie solide, il n'y aura plus aucune difficulté relative aux formes des silex, qui ne seront autres que celles des moules, et la question se trouvera ramenée à expliquer l'origine et les formes des cavités ; c'est une question sur laquelle je reviendrai.

Mais examinons d'abord certaines particularités que présentent assez fréquemment les silex, et voyons avec laquelle des deux hypothèses elles s'accordent le mieux, celle d'un précipité au fond de la mer, ou celle de l'incrustation graduelle et prolongée des parois internes d'un moule.

A côté des silex tabulaires, fragments des veinules ou petits filons précédemment décrits, se placent les silex très allongés et sensiblement cylindriques que l'on trouve parfois, en place dans la craie, dans des positions assez voisines de la verticale. Cette forme est une des moins compatibles avec l'hypothèse de la précipitation, et s'explique au contraire très facilement dans le cas d'un dépôt postérieur à la solidification de la craie. En effet, les cavités cylindriques ne sont pas rares dans les roches calcaires ; on les a attribuées aux perforations pratiquées par des mollusques, à des dégagements gazeux, à l'action corrosive des eaux acides. Quelle que soit la part qui revienne, dans chaque cas particulier, aux unes et aux autres de ces causes, on admettra facilement, je pense, que quelques cavités plus ou moins cylindriques ont dû exister dans la craie et ont pu servir de moules aux silex dont il s'agit. Dans les abondants amas de silex de la craie, qui se trouvent en différentes contrées, on rencontre parfois un grand nombre de débris de ces silex bacillaires ; beaucoup d'entre eux sont creux et constituent de véritables tubes avec étranglements intérieurs. La surface externe est revêtue de cacholong (1) ; la surface interne est rugueuse, quelquefois partiellement garnie de petits poin-

Fig. 5. — *Fragment d'un silex tubulaire avec baguette centrale libre, provenant de Villacerf* (*Aube*). (*Grandeur naturelle.*)



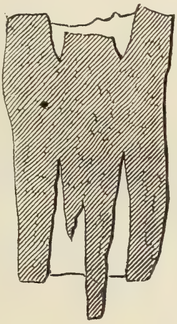
Coupe en long. Coupe transversale.

---

(1) Dans le cas où les silex seraient le résultat de la précipitation, au fond de la mer, de masses ou flocons de silice gélatineuse qui se seraient peu à peu concentrés sur eux-mêmes et solidifiés, on ne verrait pas trop pourquoi les parties extérieures seraient autrement constituées que les parties internes. Mais si la silice s'est déposée successivement dans un moule, le contact des parois de ce moule a dû avoir une influence sur l'état moléculaire du dépôt. Qui ne conçoit que de la silice, se déposant molécule à molécule sur une roche calcaire, et surtout sur une roche spongieuse comme la craie, n'est pas dans les mêmes conditions que celle qui se dépose sur une pierre siliceuse compacte, formée d'imperceptibles cristaux en voie d'accroissement ? La présence constante du cacholong ou silice terreuse au pourtour du silex est donc encore une circonstance à l'appui de ma thèse.

tements de quartz. Le mode de génération paraît ici évident. Très souvent, dans les silex dont il s'agit, une sorte de baguette ou de stalactite de silex occupe l'axe des parties creuses, laissant un vide annulaire entre elle et le tube extérieur ; peut-être ce vide a-t-il été occupé originairement par de la pyrite qui aurait disparu depuis, comme dans le petit filon avec pyrite cité plus haut? Les figures 5 et 6 donnent une idée de cette conformation.

Fig. 6. — *Coupe d'un fragment ou tronçon de silex tubulaire présentant une partie pleine avec appendices stalactiformes, des argiles à silex de la Forêt-d'Othe.* (2/3 *de la grandeur naturelle.*)



Enfin, beaucoup de ces silex allongés, quoiqu'en grande partie massifs, présentent encore sur quelques points de leur axe, plus particulièrement à leurs extrémités, des traces du dernier vide intérieur qui a subsisté jusqu'à l'achèvement du remplissage ; c'est ce que montre la figure 7.

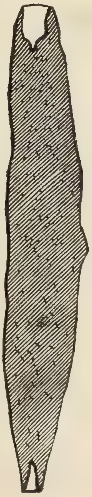
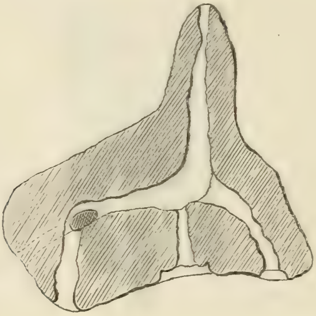


Fig. 7. — *Coupe lougitudinale d'un silex bacillé avec tubulure à chaque extrémité. — Argile à silex des plateaux d'Othe.* (1/3 *de la grandeur naturelle.*)

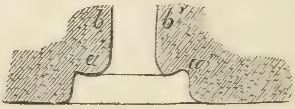
Toutes les considérations qui viennent d'être invoquées à propos des silex allongés sont également applicables à un grand nombre de silex de formes irrégulières quelconques. Ainsi beaucoup d'entre eux présentent des vides intérieurs, indice d'un remplissage resté inachevé. La figure 8 représente, à l'aide d'une coupe supposée, un silex mamelonné. Un canal intérieur, resté vide, part d'un mamelon supérieur et se ramifie, au centre du silex, pour aboutir à divers points qui avaient probablement des positions inférieures comme dans la figure. Pour tous les silex analogues à celui-ci, je conçois qu'il existait dans la craie un vide correspondant à sa forme extérieure ; qu'une fissure de la roche facilitait l'arrivée du liquide incrustant à l'extrémité du mamelon supérieur ; qu'enfin d'autres fissures permettaient, au contraire, un écoulement par les points où devaient aboutir plus tard les ramifications inférieures du canal central. Soit que le liquide ait occupé toute la cavité, soit qu'il ait seulement ruisselé sur ses parois, il circulait lentement en laissant sur ces dernières un dépôt qui s'accroissait sans cesse, et qui a fini par réduire toute la cavité aux seuls canaux que nous voyons actuellement.

Fig. 8. — *Coupe d'un silex mamelonné avec canaux ramifiés à l'intérieur.* (1/3 *grandeur naturelle.*)



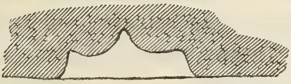
Les orifices de ces canaux, que je considère comme des branches inférieures, ont la forme d'entonnoirs circulaires d'un profil spécial tout à fait caractéristique, que représente la figure 9. On trouve

Fig. 9. — *Profil typique des ouvertures par lesquelles paraît s'être écoulé le liquide incrustant des silex.*



d'ailleurs un grand nombre de silex dans lesquels les canaux intérieurs ont été complètement oblitérés et qui sont devenus massifs, mais qui conservent néanmoins les indications très nettes des extrémités de ces canaux, marquées par des entonnoirs conformes au profil, figure 9 *bis*.

Fig. 9 *bis*.



Dans les divers cas qui viennent d'être examinés, le liquide chargé de silice paraît avoir circulé dans la cavité qui faisait office de moule; mais il est probable que souvent il ne pénétrait dans cette cavité que par une sorte de transsudation à travers la craie. A ce dernier cas correspondraient les silex, assez communs, qui présentent, comme beaucoup d'agates, une géode ou cavité centrale garnie de pointements de quartz ou de concrétions mamelonnées (1).

D'après le mode de génération exposé ci-dessus, les silex devraient, comme les agates, être formés de couches concentriques juxtaposées. Cette particularité n'est pas visible dans les silex tels qu'ils se trouvent renfermés dans la craie; mais, parmi ceux qui ont été remaniés et imprégnés d'oxyde de fer, beaucoup sont zonés, parfois même très nettement et très finement; effet qui n'aurait pu se produire si la pâte du silex eût été parfaitement homogène (2).

Une dernière observation : j'ai supposé que les silex s'étaient déposés dans un moule de craie; mais la craie pouvait présenter des fentes à parois à peine disjointes. Or, précisément, les surfaces lisses de beaucoup de silex sont entrecoupées par des lignes saillantes absolument semblables aux sutures que l'on voit sur les statues de plâtre coulées dans des moules en plusieurs pièces.

Il me reste à donner une explication des cavités qui auraient servi de moules aux silex, plus particulièrement à ceux qui affectent la disposition la plus ordinaire, c'est-à-dire en lits horizontaux. Avant d'aborder ce dernier point, je dois faire une digression :

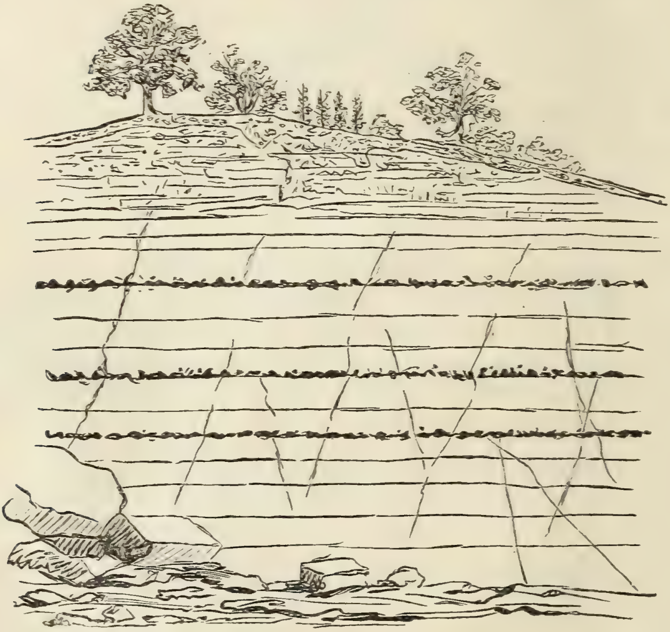
Dans les calcaires portlandiens du département de l'Aube, il y a plusieurs niveaux où la pierre est caverneuse et comme cariée, plus particulièrement aux environs immédiats du plan de contact de certaines couches avec celles qui leur sont directement superposées. A ces niveaux, les deux couches consécutives ne sont plus réunies que par des portions intactes relativement restreintes, et comparables, sur une très petite échelle, à ces piliers irréguliers qu'on réserve parfois dans une carrière souterraine pour en soutenir le toit. Le front d'une carrière, ouverte dans le calcaire portlandien, et où sont visibles plusieurs des lits cariés dont il s'agit, aperçu d'une certaine distance, ressemble d'une manière frappante à un escarpement de craie avec lits de silex. En y regardant de plus près, on peut reconnaître que les vides, généralement communiquants, compris entre les couches, affectent des formes qui ne sont pas sans analogie avec celles des silex irréguliers, et ont été produits par l'érosion des eaux dissolvantes. Dans ces vides, on rencontre des restes de coquilles corrodées dont il ne subsiste que les parties les plus épaisses et des corps qui paraissent des débris fossiles de végétaux, et qu'ont empâtés des incrustations calcaires de date récente. Quant aux parties pleines que j'ai comparées à des piliers, on peut facilement les rompre sui-

---

(1) Dans quelques gros silex, il a été trouvé des géodes d'assez grandes dimensions, contenant de très belles stalactites siliceuses, légèrement translucides, jaunes ou d'un bleu d'azur.

(2) Il me paraît probable qu'on parviendrait à mettre en évidence la structure zonée dans certains silex d'apparence compacte, soit par une étude microscopique, soit en les imprégnant artificiellement d'une matière colorante, soit encore en attaquant une section transversale, préalablement polie, par l'acide fluorhydrique faible.

Fig. 10. — *Vue d'une carrière dans le calcaire portlandien, avec bancs cariés. Environs de Vendeuvres* (*Aube*).



vant le joint primitif de séparation des deux couches, et dans les sections ainsi obtenues on découvre soit de nombreuses huîtres (*Ostrea bruntutana*), soit des fragments de fossiles indéterminables et des empreintes de fucoïdes, soit même des graviers calcaires arrondis sur lesquels les dépôts supérieurs se sont moulés. En définitive, les lits perforés dont il s'agit paraissent être d'anciens niveaux côtiers correspondant respectivement, selon toute vraisemblance, à des oscillations du sol séparées par des intervalles de repos relatif. Tandis que les sédiments déposés dans une mer profonde ont produit un calcaire homogène et compact, les strates côtières, en partie couvertes de végétation, perforées par les mollusques, jonchées de matériaux de toutes sortes, sont restées incohérentes et perméables. Plus tard, après l'immersion du terrain et la formation de quelques fissures, ces lits perméables sont devenus les principales voies suivies par les eaux souterraines, probablement chargées d'acide carbonique ; celles-ci ont élargi les canaux en rongeant irrégulièrement les parois (1).

Le même phénomène a dû se passer dans la craie, et c'est dans les strates caverneuses que se sont, plus tard, formés les silex. Qu'on se figure la contre-empreinte d'un lit de silex aux formes contournées, aux protubérances le plus souvent mollement arrondies, çà et là brusquement saillantes, on aura bien l'image d'une roche calcaire corrodée par les eaux. En tenant compte, d'ailleurs, du peu de dureté de la craie comparée à des calcaires compacts, on conçoit que la même cause a dû produire dans la première des vides plus étendus, des cavités plus profondes et encore plus irrégulières. Quand sont venues des eaux thermales propres à déposer de la silice, elles ont pénétré en même temps dans les bancs cariés horizontaux et dans les fentes de directions quelconques qui les mettaient en communication.

---

(1) Dans ces strates caverneuses on trouve fréquemment une brèche calcaire. C'est là le résultat d'un phénomène accessoire et que je considère comme relativement récent. L'écorce terrestre n'est jamais dans un état de repos absolu, et les roches solides ont éprouvé, à diverses reprises, de nouvelles dislocations. Les niveaux cariés se trouvant, de beaucoup, des plans de moindre résistance, il est naturel que des ruptures et même de légers glissements se soient produits suivant ces plans ; il en est résulté le brisement partiel de ces piliers en miniature qui supportaient la couche supérieure. Puis, plus tard, le terrain étant complètement soulevé et la roche criblée de fentes, les nappes d'eau permanentes ont disparu des niveaux dont il est question. Mais les eaux pluviales, rendues incrustantes par suite de leur trajet à travers les fissures supérieures, ont suinté dans les lits caverneux et y ont déposé des concrétions calcaires qui ont en partie resoudé les fragments anguleux qui s'y trouvaient.

M. Potier fait la communication suivante :

Note sur la **prétendue** *présence d'un* **gisement palœothérien** *dans la commune de* **Lescarène** (Alpes-Maritimes).

par M. **Potier.**

D'Archiac cite dans sa Paléontologie de la France, la présence « d'une portion de mâchoire rapportée par de Blainville au *Palæotherium curtum*, provenant du château de l'Escarène ou Escarena au nord-est de Nice », et il signale l'importance de cet ossement au point de vue de la contemporanéité des couches tertiaires du nummulitique et des couches d'eau douce de la Provence.

Cet ossement, que je dois à la bienveillance de M. Gaudry d'avoir pu examiner, est engagé dans un calcaire gris avec fossiles d'eau douce ; la roche et les fossiles m'étaient complètement inconnus dans les environs de Nice, bien que j'aie fait sur la commune de Lescarène assez de courses, pour que l'existence de ce banc calcaire n'ait pu m'échapper.

L'étiquette, fort ancienne, du fragment de mâchoire portait ces mots « du château de M. de Lescarène » tandis que d'Archiac dit du château de Lescarène; or, il n'y a pas de château dans la commune de Lescarène, et la famille de Lescarène n'a jamais possédé de domaines dans cette commune. Cette famille ayant joué un certain rôle dans le comté de Nice sous la domination sarde, j'ai prié notre collègue M. Juge, de vouloir bien s'enquérir de l'emplacement des propriétés possédées par les derniers descendants de cette famille ; et il a pu, après enquête, me répondre qu'elle possédait le château de Blauvac, dans le département de Vaucluse.

L'ossement en question provient donc des couches d'eau douce du terrain sextien sur lequel était bâti le château en question.

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur le **terrain crétacé supérieur** *de* **l'Isère.**

Par M. **Ch. Lory.**

Dans un travail qui remonte à vingt-neuf ans (*Bull.* 2e série, t. IX, pages 51-71), j'ai décrit la série des étages crétacés de l'Isère et établi la continuité des calcaires à silex des environs de Grenoble avec les calcaires plus ou moins crayeux d'Entremont-le-Vieux (Savoie), où avaient été signalés la *Belemnitella mucronata* et autres fossiles de la Craie de Meudon. L'assimilation de ces calcaires à silex à la Craie blanche a été confirmée par toutes les observations ultérieures. D'autre part, la Craie glauconieuse est très bien représentée, au Villard de Lans, par les grès verts de la Fauge, à *Discoïdea cylindrica*, *Turrilites Bergeri*, etc., surmontés par des sables à *Ammonites varians*, *Turrilites costatus*, etc.

Mais je n'ai pu pendant longtemps classer que d'une manière douteuse, faute de fossiles déterminables, les assises intermédiaires entre ces deux étages, constituées par des calcaires plus ou moins sableux ou argileux, en dalles minces, désignées dans le pays sous le nom de *lauzes ;* et ce n'était que par des inductions stratigraphiques que j'étais porté à regarder ces assises comme turoniennes.

Dans ces *lauzes*, aux environs de Grenoble et dans le massif de la Chartreuse, on trouve des moules très imparfaits d'Ammonites, quelquefois de grande taille, des Hamites (?) et surtout des Inocérames, de dimensions très variables, que, dans le travail précité, j'avais rapportés à tort à l'*Inoceramus cuneiformis*, d'Orb. On y remarque encore assez fréquemment des cassures de Bélemnites, dont la dureté de la roche ne permet d'obtenir en général que des échantillons très incomplets. Mais dans ces dernières années, grâce à l'exploitation très active des bancs les plus inférieurs de ces *lauzes* aux Côtes de Sassenage, où ils fournissent une excellente pierre à chaux hydraulique, MM. Carrière frères, propriétaires de cette exploitation, ont pu me procurer des exemplaires complets de ces Bélemnites, qui ne sont autres que la *Belemnitella mucronata.* Ainsi ces bancs, et par conséquent toute la grande assise des *lauzes*, épaisse de plus de 100 mètres, appartient encore à la Craie blanche, aussi bien que l'assise non moins puissante des calcaires à silex qui viennent au-dessus.

Dans les environs immédiats de Grenoble, à Sassenage, à Fontaine, à Saint-Egrève, etc., les *lauzes* reposent immédiatement sur le Gault, très mince, à fossiles phosphatés, plus ou moins roulés. La lacune considérable qui existe entre le Gault et la Craie à *Belemnitella mucronata* n'est révélée ici par aucun défaut sensible de parallélisme entre ces deux groupes de couches. Il en est de même dans tout le massif de la Chartreuse et dans le département de la Savoie ; et il est bien curieux de voir que cette couche mince et peu consistante de Gault à fossiles phosphatés a subsisté, sans être ravinée et entamée par érosion, pendant le long intervalle qui a séparé son dépôt de celui des assises à *Belemnitella mucronata.* Un peu plus au sud, au Villard de Lans et dans le Vercors, la Craie glauconieuse s'intercale entre le

Gault et la Craie à Bélemnitelles ; mais aucun fossile déterminable ne permet d'affirmer l'existence de l'étage turonien et il me paraît très probable que cet étage manque dans la série crétacée de la Savoie, de l'Isère, et de la partie de la Drôme située au nord de la rivière de ce nom.

En avançant vers le midi, au sud de la vallée de la Drôme, il n'y a plus d'indication de *Belemnitella mucronata :* dans les belles coupes des montagnes crétacées de Saou, de Dieulefit, etc., les assises les plus élevées paraissent appartenir à des horizons sénoniens inférieurs ; mais l'existence de l'étage turonien est encore très douteuse jusqu'à Nyons, où commence à apparaître la série d'Uchaux, et autres environs d'Orange. La mer du Sénonien supérieur a dû être refoulée vers l'est, dans les parages de la Croix-Haute et du Dévoluy, où les calcaires à silex reparaissent, plus puissants encore qu'à Grenoble, et s'étendent même à l'est un peu au delà des étages crétacés inférieurs, sur les tranches des calcaires jurassiques de la bordure orientale du Dévoluy, comme je l'ai indiqué ailleurs (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 184). Dans ces pays, le Gault manque, et l'énorme intervalle entre l'Aptien et le Sénonien n'est représenté par aucun dépôt à fossiles déterminables (1).

A la partie supérieure des calcaires à silex, on trouve, à Lus-la-Croix-Haute, aussi bien qu'aux environs du Villard de Lans, des bancs remplis de grandes huîtres lisses et de forme très évasée, à test très épais, dont je n'ai rencontré que des échantillons très incomplets. Dans mon mémoire précité de 1851, j'ai signalé encore, sur la commune de Méaudre, au nord du Villard de Lans, une assise peu épaisse, de 4 à 5 mètres seulement, qui ne se voit que sur un espace très restreint et paraît avoir été généralement enlevée par dénudation avant le recouvrement par les dépôts miocènes. Cette assise est formée d'un calcaire blanc-jaunâtre sans rognons de silex, rempli d'Orbitoïdes se rapportant à plusieurs espèces ou variétés dont une, d'après l'examen que vient d'en faire M. Munier Chalmas, est très probablement identique à l'*O. media*. Le meilleur point pour l'étude de ces couches est au commencement de la rampe de l'ancien chemin de Méaudre à Lans. J'y ai trouvé, cette année, deux fossiles importants, *Ostræa larva*, Lam. et *Otostoma ponticum*, d'Arch.

La présence de ces fossiles dans une assise incontestablement supérieure à la Craie à *Belemnitella mucronata* me semble pouvoir conduire à des rapprochements intéressants avec la Craie du nord et avec celle de la région des Pyrénées.

---

(1) Je considère aujourd'hui comme inexactes les indications d'*Ostræa columba* que j'ai données autrefois près de Veynes (*Bull.* 2ᵉ série, tome X, page 25) et à Rencurel (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 182 et 184) : elles reposaient sur des échantillons réellement indéterminables.

M. Lory fait ensuite une communication sur la protogine des Alpes et sur la structure en éventail.

M. de la Moussaye lit une note sur les vibrations terrestres et sur l'époque glaciaire.

Séance du 22 Novembre 1880.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. **Douvillé**, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée :

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

M. Skrodski, rue de Cremel, à Bayeux (Calvados), présenté par MM. Louis Bureau et Vasseur.

Il annonce ensuite trois présentations.

M^{me} Clémence Royer présente à la Société deux mémoires extraits du compte rendu du Congrès international des sciences anthropologiques :

1° Des rapports des proportions du crâne avec celle du corps et des caractères corrélatifs et évolutifs en taxonomie humaine;

2° Sur l'origine des Aryas et leurs migrations.

M. Jannettaz offre à la Société un ouvrage appelé : *Diamants et pierres précieuses*, qu'il a publié en collaboration avec MM. Vanderheym, Fontenay et Coutance.

M. Vasseur présente une livraison de ses *Recherches sur les terrains tertiaires de la France occidentale*, comprenant deux planches tirées en phototypie.

M. Hébert fait la communication suivante :

Le **Terrain Crétacé** *des* **Pyrénées**,

par M. **Hébert.**

DEUXIÈME PARTIE (1)

TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

La première partie de mes recherches sur le terrain crétacé des Pyrénées a été publiée en 1867. Elle est relative au terrain crétacé inférieur, et a eu pour but d'établir une classification rationnelle de toutes les assises de ce grand groupe que l'on rencontre dans toute l'étendue de la chaîne des Pyrénées.

Je me contenterai de rappeler que les assises, désignées par Dufrénoy sous le nom de *calcaires à Dicérates*, et placées par lui à la base du terrain crétacé, assises que MM. Delbos et Leymerie avaient considérées comme représentant le *grès vert* supérieur au gault, sont au contraire inférieures à cet étage et appartiennent au Néocomien.

Ces assises sont caratérisées par *Caprotina Lonsdalii* d'Orb. (2), *Orbitolina conoidea*, etc. J'ai montré que ces calcaires sont surmontés par des assises marneuses à faune aptienne, et qu'on peut toujours distinguer ces deux séries, ce qui rend inutile le terme *urgo-aptien*.

M. Leymerie, dans un mémoire publié en septembre 1869 (3), a fourni de nouveaux et utiles documents sur cette question ; toutefois, je ne saurais admettre tous les faits qu'il cite. C'est ainsi que M. Leymerie donne une coupe des environs d'Orthez, dans laquelle les couches aptiennes de Sainte-Suzanne à *Ostrea aquila* d'Orb. (Brong) (4), sont représentées au-dessous des calcaires à Caprotines ; j'ai dit (5) qu'il n'y avait là qu'une simple apparence due à une faille, conformément à l'opinion exprimée par M. Leroy (6). Je reste fidèle à cette manière de voir.

---

(1) Voir 1re partie, *Bull. Soc. Géol.* de France, 2e série, t. XXIV, p. 323.

(2) Syn. de *Caprotina carinata*, Math.

(3) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XXVI, p. 301.

(4) Syn. de *Gryphea sinuata*, Sow. (non Lamk 1819.)

(5) *Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 329.

(6) *Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 385, 3e série, t. VI, p. 531, 1878.

Le sous-étage aptien se montre d'ailleurs distinct du sous-étage urgonien, non seulement aux environs d'Orthez, mais aussi à Rébenac; il forme une bande régulière dans le département des Hautes-Pyrénées, jusqu'à la vallée de la Garonne à Gourdan ; on le retrouve à Miramont. Ces deux sous-étages ont donc bien, dans toute l'étendue des Pyrénées occidentales et centrales, leur individualité propre, et les recherches de M. Barrois en Espagne (1), aussi bien que celles de M. Carez (2), montrent que ces deux sous-étages sont aussi indépendants en Espagne qu'en France. M. Carez a même reconnu que, sur tout le versant sud des Pyrénées, de Santander à Barcelone, le néocomien moyen à *Caprotina Lonsdalii* est constamment recouvert par les marnes aptiennes à *Ostrea aquila.* Le nom d'urgo-aptien est donc basé sur une hypothèse qui n'est aucunement justifiée par les faits.

Depuis la publication de mon mémoire, rien n'est donc venu infirmer mes conclusions relatives au terrain crétacé inférieur du versant septentrional des Pyrénées, savoir :

1° Que le Néocomien inférieur manque;

2° Que le Néocomien moyen (Urgonien d'Orb.) s'y montre d'une manière continue ;

3° Que le Néocomien supérieur recouvre le sous-étage précédent en un grand nombre de points, et que lorsqu'il manque, cela est ordinairement dû à une dénudation ;

4° Que le Gault existe dans les Pyrénées centrales comme dans les Corbières.

Malgré les nombreux travaux dont le terrain crétacé inférieur des Pyrénées a été l'objet (3), il y a certainement encore beaucoup à faire, beaucoup à découvrir. C'est surtout la partie supérieure de ce groupe qui est le plus entourée d'obscurités. En général, elle aboutit à des failles qui viennent la mettre en contact avec des couches que leur faune démontre être sénoniennes, c'est-à-dire beaucoup plus récentes.

---

(1) *Bull.*, 3ᵉ série, t. VI, p. 530.

(2) Compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France, — 22 novembre 1880.

(3) Voyez notamment, *Mémoire sur la partie inférieure du terrain de craie des Pyrénées françaises et des Corbières*, par M. Magnan. — *Mém. Soc. Géol. de France*, 2ᵉ série. t. IX, nº 3, 1872. — M. Magnan a considéré le calcaire à Caprotines, comme représentant le Néocomien inférieur; mais tous les géologues qui ont étudié cet étage en Provence et dans les Alpes, savent que le calcaire à *Caprotina Lonsdalii* et *Orbitolina conoidea* etc., ne doit pas être placé plus bas que l'Urgonien; il est donc supérieur à la puissante série, non seulement des marnes à Bélemnites plates et des calcaires à Spatangues, mais même aux couches de Barrême à *Scaphites Yvanii.*

Les assises intermédiaires, cénomaniennes ou turoniennes, que l'on retrouve plus au sud, appuyées sur des terrains anciens ou même sur le granite, ne se sont pas montrées jusqu'ici en superposition régulière sur le terrain crétacé inférieur, et c'est uniquement par leur faune que nous pouvons les classer.

Les rapports stratigraphiques entre les assises turoniennes et les sénoniennes sont rarement visibles, de là des difficultés que je n'ai pu complètement surmonter.

Depuis dix-huit années, je suis retourné six fois dans les Pyrénées et je leur ai consacré plus de sept mois d'études continues sur le terrain ; néanmoins, je suis loin d'être en mesure de pouvoir donner une étude d'ensemble satisfaisante sur le terrain crétacé supérieur de cette région.

Tout incomplètes que sont encore mes observations, n'espérant pas pouvoir les poursuivre, je me décide à les publier dans l'espoir que d'autres géologues en pourront profiter, et qu'ainsi, les lacunes existant actuellement dans cette partie de la science, seront plus facilement et plus rapidement comblées.

Je suivrai le même plan que dans le Mémoire de 1867, c'est-à-dire que j'examinerai le terrain crétacé supérieur : 1° Dans les Pyrénées occidentales ; 2° dans les Pyrénées centrales ; 3° dans les Pyrénées orientales et les Corbières.

SECTION PREMIÈRE. — PYRÉNÉES OCCIDENTALES

§ 1er. — ÉTAGE CÉNOMANIEN

L'étage cénomanien a été signalé par M. Leymerie, à l'état de calcaire de couleur foncée à Sare et à Sainte-Suzanne, près d'Orthez. M. Leymerie a cité (1) de ces localités : *Caprina adversa* et *Sphærulites foliaceus ;* j'y ai recueilli en outre des fragments de *Radiolites Mortoni*. Ce calcaire repose ici sur du grès rouge probablement triasique ; à Sainte-Suzanne, le lambeau cénomanien repose sur les calcaires marneux à *Ostrea aquila* (2).

Ces calcaires, d'après M. Magnan (3), sont subordonnés à des schistes noirâtres ou jaunâtres, passant à des schistes terreux très plissés, çà et là avec dalles calcaires, et ressemblant un peu aux schistes du gault des Pyrénées orientales. D'après le même observateur, ces schistes (les *schistes pourris* de Leymerie) reposent sur une brèche qui représente son conglomérat de Camarade, base du Cénomanien des Pyrénées.

---

(1) *Bul. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XXVI, p. 307. M. Leymerie signale aussi à la base de la craie à Ananchytes, qui constituerait le coteau au nord d'Orthez, des bancs à *Caprinella triangularis ?*

(2) *Loc. cit.*, t. XXIV, p. 328, à la ligne 24, remplacez « Est » par « Ouest ». M. Leymerie mentionne dans ces couches *Toxaster complanatus*, nous pensons que c'est une erreur.

(3) *Mém. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. IX, no 3 p. 30.

Sur ces schistes pourris, reposent les calcaires siliceux de Bidache que M. Magnan place dans le Cénomanien supérieur, puis les grès à fucoïdes qui, pour lui, appartiennent au turonien.

Ces deux dernières assimilations me paraissent erronées. Quant à la première, relative à l'âge cénomanien des *schistes pourris*, quoiqu'elle soit probablement exacte, elle a néanmoins besoin de confirmation.

Protubérance de Roquefort. J'ai constaté, en octobre 1866, la présence de calcaires cénomaniens à Roquefort (Landes), dans une des protubérances crétacées signalées en 1862, par M. Raulin. Ce savant avait même cité (1) un fossile analogue à un fragment d'Ichthyosarcolite. J'ai recueilli, dans la carrière du moulin de Courseilhat, à un kilomètre et demi au N.-E. de l'église de Roquefort, sur la rive droite de l'Estampon :

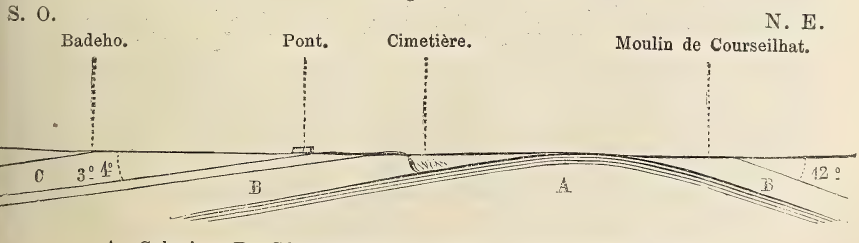
Caprinella triangularis, *Caprotina quadripartita*, *Toucasia* n. sp. voisine du *T. subæqualis* d'Orb. sp. *Nerinea*, c. ; *Natica*, *Rostellaria*, *Lucina*, *Hemiaster*, etc. Plusieurs de ces espèces sont caractéristiques du Cénomanien supérieur de l'Aquitaine et de la Provence (la Bédoule).

Ces fossiles se trouvent en abondance dans les calcaires compacts autrefois exploités à Courseilhat ; ils sont plus que suffisants pour démontrer l'existence du cénomanien supérieur dans cette protubérance de Roquefort.

Ce ne sont même pas les couches les plus anciennes ; et cela m'amène à donner quelques détails nouveaux sur la constitution de cette saillie crétacée.

Les couches cénomaniennes (B. fig. 1) du moulin de Courseilhat, plongent au nord-est d'environ 12°.

Fig. 1.



A. Calcaire ; B. Cénomanien supérieur ; C. Sénonien urgonien.

---

(1) *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux ;* t. XX, 6e livraison, p. 15.

A 300 mètres au sud de ce point, sur la rive gauche de l'Estampon, on rencontre un affleurement de calcaire compact avec nombreux petits Rudistes, et un fossile que M. Munier-Chalmas rapporte à une espèce caractéristique du néocomien moyen de Vinport : *Monopleura Lamberti* Mun. Ch. (1).

A 200 mètres plus au sud, entre le cimetière et l'Estampon, toujours sur la rive gauche, est une grande carrière montrant une section d'environ 10 mètres de hauteur de calcaires B peu fossilifères, sauf la couche supérieure qui est remplie de *Caprotina quadripartita*. Ici, le plongement, de quelques degrés seulement, est au sud un peu ouest, en sens inverse de celui de la carrière du moulin.

Si l'on continue à marcher dans la direction du Sud-Ouest, on rencontre à l'ouest du pont de l'Estampon, à l'entrée du chemin de Badeho, une carrière où j'ai recueilli une série de fossiles sénoniens, tels que : *Pyrina ovulum*, *Nucleolites minor*. (Des. sp.) Cott., *Hemiaster nasutulus*, *Leiosoma Tournoueri* Cott., etc.

Les couches plongent légèrement au S.-O., de 3 à 4° environ, et jusqu'à Badeho, une série de petites carrières permettent de constater le même plongement et la même faune.

D'après ce qui vient d'être dit, la succession des couches de Badeho au moulin de Courseilhat se présente comme l'indique le diagramme ci-dessus.

Roquefort est donc situé sur un bombement de la craie, dirigé N.-O. — S.-E, dont l'axe est entre la carrière du cimetière et le moulin de Courseilhat. Le centre de ce bombement est composé de couches néocomiennes qui supportent, de chaque côté, des calcaires à *Caprinella triangularis*, lesquels passent par-dessous des calcaires sénoniens.

Le sénonien se montre également à l'est. Tout à côté de la carrière du cimetière, à la Rouquère, on retrouve la couche à *Leiosoma Tournoueri*. C'est un calcaire blanc, tendre, tout à fait différent des calcaires cénomaniens. Le chemin de Sarbazan, qui s'embranche sur la route de Saint-Justin, à la sortie de Roquefort au sud-est, et descend rapidement à la Douze, coupe cette même couche. Ici, on est sur le prolongement du calcaire à *Leiosoma* du pont de l'Estampon et des carrières de Badeho. Il semble donc qu'il n'y ait point de faille, et par conséquent le calcaire sénonien de la Rouquère devrait être en superposition immédiate sur le cénomanien de la grande carrière. C'est une conclusion qu'il serait intéressant de contrôler, car si elle est exacte, il y aurait absence complète de turonien.

---

(1) *Bull., Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 330.

M. Raulin avait bien vu que l'affleurement crétacé de Roquefort constitue un bombement. M. Jacquot (1), un peu plus tard, le reconnut également; mais ni l'un ni l'autre n'avait mis en évidence la disposition des assises d'âges différents qui entrent dans la composition de cette saillie.

Le temps ne m'a pas permis de visiter les affleurements crétacés signalés par M. Raulin dans le vallon de la Pouchette, à 5 kilomètres à l'est de Saint-Justin, et par M. Jacquot dans les communes de Créon et de Saint-Julien, aux lieux dits le Gentilhomme, la Hiouère, Béboué et Bierens. Tous ces affleurements se trouvent dans la direction qu'indique le bombement de Roquefort, et appartiennent à un même pli saillant, sensiblement parallèle à la direction des Pyrénées.

A 75 kilomètres de Roquefort, sur le prolongement de cette direction, à 3 kilomètres au sud de Cezan, M. Jacquot a découvert un autre affleurement crétacé où il a recueilli *Radiolites ingens*.

Il serait à désirer que tous ces gisements fussent étudiés au point de vue paléontologique; et, sans aucun doute, l'examen attentif de cette région conduirait à des résultats des plus intéressants.

Revenons à l'étage Cénomanien. D'après les citations précédentes, il n'est pas douteux que le Cénomanien supérieur de l'Aquitaine septentrionale ne se soit étendu au sud jusqu'aux Pyrénées. Mais on voit que, dans cette région, rien jusqu'ici n'indique la présence du Cénomanien inférieur; et la superposition bien constatée du cénomanien supérieur tantôt sur des couches néocomiennes, tantôt, comme à Sare, sur le trias, démontre qu'à l'époque de la craie de Rouen, les Pyrénées étaient émergées au moins en grande partie (2).

Un autre gisement cénomanien existe peut-être à Vinport. Dans un petit trou d'extraction de calcaires marneux situé tout près des carrières néocomiennes, entre celles-ci et la grande route, j'ai découvert un *Epiaster* qui me paraît nouveau; il est voisin de l'*E. maximus* Coquand, et de l'*E. tumidus* d'Orb. Il n'est pas rare en cet endroit, car j'en ai recueilli quatre exemplaires. Malheureusement, aucun autre fossile n'a pu me permettre de déterminer l'âge de ces couches.

---

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LX, p. 967, 1865.

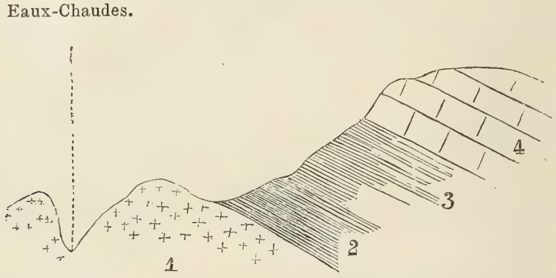
(2) Je rappellerai ici ce que j'ai déjà eu l'occasion de dire en 1867. (Bull, 2e série t. XXIV p. 331), que cette craie de Rouen se retrouve sur le versant nord de la chaîne cantabrique entre le Néocomien supérieur à *Ostrea aquila* et le cénomanien supérieur à *Pygaster truncatus* et *Sphœrulites foliaceus*.

§ 2. — ÉTAGE TURONIEN.

Il n'est pas douteux que cet étage ne soit largement représenté dans la chaîne des Pyrénées. Des calcaires compacts, remplis d'Hippurites (*H cornuvaccinum*), se montrent aux Eaux-Chaudes, en superposition directe sur le granite. J'ai vu ce gisement et je puis certifier qu'il appartient bien à l'horizon que je viens d'indiquer.

Le granite 1, (fig. 2) se montre au sud du village ; au-dessus, viennent des schistes terreux bleuâtres 2, qui passent au calcaire schisteux 3, sans que j'aie pu voir de démarcation ; puis le calcaire devient tout à fait compact 4, et en suivant le chemin qui monte à Goust, on aperçoit des traces de nombreux fossiles, en général indéterminables. Toutefois, une large empreinte, moulée par M. de Mercey qui a bien voulu nous envoyer ce moule, nous a permis de reconnaître l'*Hippurites cornuvaccinum*. Ces fossiles sont à peu près à la moitié du chemin de Goust, environ à 800 mètres d'altitude. Les couches plongent ici de 25 à 30° à l'ouest ou au nord-ouest.

Fig. 2.



1. Granite.
2. Schistes bleuâtres.
3. Calcaires schisteux.
4. Calcaires compacts à Hippurites.

Au nord des Eaux-Chaudes, on retrouve ces calcaires plus ou moins schisteux, prolongement des calcaires du chemin de Goust. Ils se montrent des deux côtés du Gave, plongeant au nord d'environ 45° ; on voit ainsi toutes les couches successives disparaître dans le Gave jusqu'à 2 kilomètres des Eaux-Chaudes, ce qui donne à cette série une épaisseur de plus de 1,000 mètres. Ici, une brusque dislocation interrompt la succession : des couches verticales, puis horizontales se montrent dans le Gave ; elles reprennent ensuite une forte inclinaison vers le Nord jusqu'au pont du Hourat où elles dessinent un magnifique dôme. Mais ces calcaires sont pénétrés de filons de quartz blancs et me semblent avoir d'autres caractères que la série des calcaires à Hippurites. Je serais donc disposé à croire qu'il y a, à 2 kilomètres des Eaux-Chaudes, une faille qui met en contact deux systèmes différents de calcaires : c'est une question qui reste à résoudre.

M. Leymerie (1), mentionne la zone à *Caprina Aguilloni* au cirque de Gavarni et dans le haut de la vallée d'Ossau.

M. Coquand a signalé les calcaires à Hippurites au pic de l'Arcizette, sur les schistes phylladiens, à 2,390 mètres d'altitude, ainsi qu'au pied de la Pena-Blanca (2) ; il a montré que ces calcaires jouent un rôle important dans la vallée supérieure d'Ossau. Il a constaté que Gaston Sacaze avait arraché, au sommet du pic du Ger, *Sphœrulites angeoides;* et dans le même massif, au col d'Occupat, M. de Bouillé a recueilli une valve inférieure de grande caprine qu'il m'a envoyée.

Ces calcaires à Hippurites ont été également signalés près d'*Arudy* un peu avant la grotte d'Iseste; j'ai visité ce gisement en 1873, mais je n'ai pu y trouver que des fragments de fossiles indéterminables.

Les mêmes calcaires existent à l'Ouest de Sainte-Colonne, et à Louvie ; les fossiles y sont nombreux, mais en mauvais état ; ils m'ont paru avoir de l'analogie avec *Requienia carinata* (*R. Lonsdalii*). Si cela est vrai, comme le pense d'ailleurs M. Coquand (3), on aurait affaire, dans toute cette région, à du Néocomien moyen ou Urgonien.

On voit combien sont vagues les renseignements que nous possédons sur cet important étage de la série crétacée pour les Pyrénées occidentales. Il y est certainement représenté par des assises puissantes, mais très tourmentées, et dont la nature presque cristalline est peu favorable aux recherches paléontologiques. Il y a trente ans que d'Archiac, dans son *Histoire des Progrès de la Géologie*, regrettait cette lacune. En réalité, pour ce qui concerne les parties un peu élevées de la chaîne, on peut dire que nous ne sommes pas beaucoup plus avancés que du temps de Dufrénoy, il y a près d'un demi-siècle. Nous savons seulement qu'il existe, en maint endroit de cette région des Pyrénées occidentales, des lambeaux plus ou moins épais de calcaires à *Hippurites cornuvaccinum* dont les caractères sont tellement nets et la puissance tellement considérable qu'il est impossible de les confondre avec aucune autre assise. Ce sont ces calcaires qui constituent notre turonien supérieur. Toutes les couches plus récentes seront sénoniennes. Quant au turonien inférieur, aucun indice ne l'a signalé jusqu'ici dans la région.

---

(1) *Cours de géologie*, 2e éd., 1866, p. 648.
(2) *Bull.* 2e série, t. XXVII, p. 48.
(3) *Bull. Soc. géol.* de Fr., 2e série, t. XXVII, p. 44.

Dans ce qui précède, on a pu remarquer que les dépôts cénomaniens et turoniens s'étendent en général au sud plus loin que les calcaires néocomiens. Leur superposition directe, soit sur le Trias, soit sur les schistes dévoniens ou phylladiens, soit même sur le granite, démontre que la mer cénomanienne et la mer turonienne se sont étendues plus loin que la mer néocomienne, dont le rivage s'est trouvé au nord des grandes sommités actuelles des Pyrénées.

La partie émergée pendant l'époque néocomienne constituait-elle un relief continu, une grande île s'étendant de l'Atlantique à la Méditerranée? ou bien une série d'îlots alignés de l'Est à l'Ouest? La première supposition me paraît plus probable; c'est celle que j'ai admise dans mon premier mémoire (1) où j'ai donné à la mer néocomienne la forme d'un long canal réunissant les deux mers.

La mer cénomanienne a dépassé au sud le rivage néocomien, mais elle n'a point entièrement couvert les saillies pyrénéennes comme le montrent les faits cités aux Eaux-Chaudes et dans les montagnes de la vallée supérieure d'Ossau. La probabilité de communications plus ou moins nombreuses avec les eaux espagnoles augmente, mais c'est seulement à l'époque turonienne que cette communication a dû se faire sur une large étendue.

Protubérance de Saint-Sever. — M. Delbos (2) paraît avoir signalé le premier la protubérance crétacée dont les affleurements se montrent un peu au sud de Saint-Sever, à Montaut, Arcet, Audignon et Boulin. Ces affleurements sont souvent à l'état de calcaires plus ou moins dolomitiques. A cette époque, il était tenté, mais avec toute réserve, de rattacher ces dolomies aux terrains nummulitiques.

Plus tard, MM. Crouzet et de Freycinet ont donné de nouveaux détails sur les carrières d'Audignon et de Montaut. Ils ont considéré les dolomies de cette région comme une formation géologique générale, et comme le dernier terme de la craie supérieure, toujours placé entre celle-ci et le terrain nummulitique.

M. Delbos, qui avait exprimé le premier cette opinion en 1847, a rapporté, en 1854 (3), ces dolomies et ces calcaires compacts d'Audignon au terrain crétacé inférieur; il les a placés au même niveau que les calcaires d'Orthez que j'ai démontré depuis être du néocomien moyen. Toutefois, M. Delbos a reconnu (p. 37) que la craie supérieure existe à Audignon ; il cite de cette localité des calcaires à *Ostrea Matheroniana* d'Orb.

---

(1) *Loc. cit.* Pl. V. Le tracé du rivage sur le territoire espagnol s'étend beaucoup trop au Sud. Je n'avais nullement la prétention d'assigner des limites précises à ce rivage dans une région que je n'avais point étudiée.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. IV, p. 715, 1847.

(3) Descriptions géologiques du bassin de l'Adour, p. 36.

M. Raulin (1) dit que la protubérance d'Audignon ne paraît pas dépasser l'altitude de 60 à 70^m, et qu'elle est orientée O. 15° N. à E. 15° S.

J'ai exploré cette région à deux reprises différentes, en octobre 1866 et en octobre 1878.

J'avais constaté, dans mon premier voyage, dans une des carrières d'Audignon, celle de Jouansalle, au sud du village, la présence de quelques petits fragments de *Radiolites lombricalis*. Visitant de nouveau cette carrière, en 1878, avec M. Dubalen, pharmacien à Saint-Sever, je lui fis reconnaître ce fossile, et grâce à ses recherches, j'eus bientôt un nombre considérable de spécimens qui ne laissèrent plus de doutes sur l'exactitude de ma détermination. On sait que le *Radiolites lombricalis* d'Orb. caractérise, dans l'Aquitaine, la base du Turonien supérieur (calcaires à Hippurites). Les couches qui le renferment à Audignon sont formées d'un calcaire blanc, homogène, très compact, mais crayeux et tendre par places, activement exploité comme pierre de taille sur une épaisseur de 8 à 9 mètres.

La partie supérieure, plus dure, renferme un lit de petits rudistes parmi lesquels j'ai recueilli le *Biradiolites quadrata* d'Orb. qui appartient à la même zone que le précédent.

J'ai reçu de M. Dubalen, comme provenant de la même carrière, deux moules de gros radiolites spécifiquement indéterminables ; on y trouve également un *Acteonella* n. sp. et d'autres gastéropodes fort mal conservés. Le même calcaire est exploité en face de l'église, de l'autre côté et sur le bord du ruisseau, sur le territoire de Banos. Ses caractères sont ici un peu différents ; il est plus dur, très perforé à la surface, avec des poches remplies d'argile brune ; des parties rosées en font un véritable marbre. Il contient d'assez nombreuses cristallisations de carbonate de chaux et seulement des traces de fossiles.

La dureté de ce calcaire paraît être d'autant plus grande que les érosions ont été plus fortes. Il y a eu évidemment dans cette région des actions thermales et acides considérables.

A 500 mètres au N. de la carrière de Jouansalle, au bas du chemin qui monte au village, on voit, près d'une ferme, un affleurement de calcaires gris compacts remplis de petits rudistes : *Toucasia* voisin de *Requienia Toucasiana*, d'Orb., *Radiolites* voisin de *Radiolites Toucasiana*, d'Orb, *Hippurites cornuvaccinum*, *Nérinea*, etc.

En montant au village par le chemin qui part de l'église, au Sud-

---

(1) *Loc. cit.* p. 14.

Ouest, on voit partout affleurer ce calcaire dur, plus ou moins blanc. Il renferme des alvéolines et autres foraminifères parmi lesquels : *Quinqueloculina*, *Rosalina*, de petits rudistes, la même *Toucasia* que ci-dessus, des Nérinées, et l'*Ostrea Rochebruni* Coq., qui appartient, en Aquitaine, à la zone à *Radiolites cornupastoris*.

Au point culminant du village, un calcaire compact, cristallin, d'apparence dolomitique, alterne avec des lits de calcaire plus argileux et schistoïde, dans lequel je n'ai recueilli que des fragments d'huîtres indéterminables. Ces couches plongent sensiblement vers le sud-est.

Dans cette direction du sud-est, après avoir dépassé de 2 à 300 mètres le hameau de Lacoudure, se trouve une grande carrière où le même calcaire blanc sans silex, homogène, est exploité à la base sur une épaisseur de 7 mètres. La surface en est ravinée et jaune.

Le calcaire blanc est ici recouvert par du calcaire bleu, schisteux, avec quelques fossiles parmi lesquels j'ai reconnu des fragments d'*Hemipneustes*, l'*Ostrea vesicularis*, un nautile et des inocérames. Ce sont des couches beaucoup plus récentes dont nous aurons à nous occuper plus loin. Leur superposition immédiate sur les calcaires turoniens indique une lacune assez considérable, bien qu'il y ait une concordance apparente dans la stratification. L'épaisseur de ce calcaire marneux est ici de 7 mètres également. Je n'ai point vu ce calcaire dans la carrière de Jouansalle.

Le calcaire dur affleure encore au nord du village, sur la route de Saint-Sever, à 1 kil. au nord de l'église, et en face, de l'autre côté du ruisseau.

Plus loin encore, un kilomètre avant d'atteindre le pont de Gabas, on voit un petit affleurement de craie fossilifère ; mais cette même craie peut être très bien étudiée dans une série de grandes carrières situées sur la rive gauche du Gabas, à un kilomètre en aval du pont ; on y reconnaît la même craie supérieure, qui est ici très riche en fossiles.

Les couches plongent de ce côté au N. un peu O. d'environ 30°, tandis que, au sud d'Audignon, le plongement est inverse, c'est-à-dire au S.-E.

On voit d'après ces observations que le village d'Audignon repose sur un massif de craie turonienne disposé en forme de voûte.

Peut-être même y a-t-il, au centre de ce bombement, des couches encore plus anciennes, car j'ai reçu de M. Dubalen, un spécimen d'*Holectypus excisus*, Desor sp., fossile caractéristique du cénomanien supérieur, provenant du hameau de Mailloc qui est au N.-E. du village : c'est un des points assez nombreux qui restent à élucider dans cette intéressante région qui demanderait à être explorée dans le plus grand détail.

Mais, dès maintenant, on peut être certain qu'il n'y a dans cette protubérance rien qui puisse être rapporté aux calcaires néocomiens d'Orthez, et que les calcaires plus ou moins dolomitiques d'Audignon sont turoniens. Il n'en est pas de même de ceux de Montaut, comme nous le verrons plus loin.

Ces calcaires turoniens atteignent l'altitude de 100 mètres, et la protubérance s'élève à 107 mètres à Audignon même, à 115 au nord-est, dominant la plaine des Landes de 80 mètres environ.

M. L. **Carez** fait la communication suivante :

Quelques mots sur le **terrain crétacé** *du Nord de l'***Espagne**

par L. **Carez**.

Dans les voyages que j'ai faits en Espagne pendant ces deux dernières années, j'ai pu étudier dans une foule de points, les différents étages du terrain crétacé ; le résultat de mes recherches sera publié postérieurement dans un travail spécial, mais j'en donnerai ici un court résumé pour montrer les rapports du versant espagnol des Pyrénées, avec le Midi de la France dont M. Hébert vient de donner une description détaillée.

Les assises les plus anciennes du terrain crétacé dans le Nord de l'Espagne appartiennent au Néocomien moyen ou Urgonien ; quant au Néocomien inférieur, il n'en existe aucune trace, ce qui est d'ailleurs conforme aux observations faites sur le versant Nord des Pyrénées (1). Il faut se rendre, soit aux Baléares (2), soit dans les parties méridionales de l'Espagne auprès d'Alicante ou de Cordoba (3) pour trouver des représentants de ce premier sous-étage.

Le Néocomien moyen est surtout développé dans les provinces occidentales, aux environs de Bilbao, Santander, etc. ; quelques auteurs, parmi lesquels il faut citer en première ligne M. Hébert, ont déjà signalé ce fait depuis longtemps, mais leur manière de voir n'avait pas été généralement adoptée par les géologues espagnols qui regardaient au contraire toutes ces couches comme cénomaniennes.

La plus grande partie du sous-étage est composée par des calcaires noirs ou gris-foncé très compacts, le plus souvent pétris de Rudistes et d'une puissance de 500m à 600m. Quelques couches de marnes généralement noires, s'intercalent entre les bancs de calcaire et permettent de recueillir des fossiles dans un bon état de conservation; je citerai :

---

(1) Hébert. Le terrain crétacé des Pyrénées. (*Bull. Soc. Géol.* 2ᵉ série, t. XXIV, p. 315).

(2) Hermite. — *Études géologiques sur les îles Baléares*, Paris, Savy, 1879.

(3) Mallada.

Requienia carinata, Math.
Ostrea Tombeckiana, d'Orb.
Terebratula sella, Sow.
— *prælonga*, Sow.
Waldheimia pseudojurensis, Leym. sp.
Rynchonella depressa, d'Orb.
— *Lamarckiana*, d'Orb.
Echinospatagus Collegnii, d'Orb.
Orbitolina conoidea, A. Gras.
— *discoidea*, A. Gras.

Le même terrain se poursuit sur toute la longueur de la chaîne pyrénéenne; on le retrouve parfaitement caractérisé en Catalogne, auprès d'Organya, où des couches marneuses et grises renferment les mêmes fossiles que je viens de citer à l'Ouest, et en particulier :

Echinospatagus Collegnii, d'Orb.
Orbitolina conoidea, A. Gras.
— *discoidea*, A. Gras.

Sur les bords mêmes de la Méditerranée, le terrain Urgonien se montre encore avec ses mêmes fossiles, à quelques kilomètres au Sud de Barcelona, servant ainsi à relier les couches pyrénéennes aux riches dépôts de Tortosa, si bien étudiés par M. Landerer.

Le Néocomien supérieur ou Aptien se rencontre dans la province de Santander auprès d'Urdiales où des bancs puissants d'*Ostrea aquila* se développent dans des marnes grises ; il existe aussi entre Organya et Coll de Nargo (Catalogne), mais ne se montre en aucun autre point jusqu'à Tortosa.

On voit donc d'après cette courte description, que le terrain néocomien (étages moyen et supérieur) s'étend tout le long du versant méridional des Pyrénées avec des caractères absolument identiques à ceux que M. Hébert lui a reconnus dans le midi de la France.

Le Gault paraît faire entièrement défaut, de sorte que l'on arrive de suite au terrain Cénomanien. Dans la province de Santander, la Biscaye et la Navarre, on peut voir dans une foule de points des marnes jaunes, micacées, feuilletées, souvent ferrugineuses reposant directement sur les calcaires néocomiens ; elles renferment en très grande abondance, l'*Orbitolina concava*, et l'*Holaster marginalis*, Ag.; leur épaisseur est d'au moins 200 mètres.

Au-dessus viennent des marnes calcaires bleues surtout développées entre Arceniega et Amurrio, et contenant l'*Hemiaster bufo*, Desor.

Ces deux zones sont les seules qui composent le Cénomanien du Nord de l'Espagne ; rien ne représente le calcaire à *Caprinelles* ni les couches à Ostracés, bien que la ressemblance avec l'Aquitaine, pour les horizons inférieurs, soit frappante même au point de vue minéralogique.

Je ne connais aucun dépôt authentique du même âge, soit dans l'Aragon soit dans la Catalogne ; c'est auprès d'Estella que se trouve la limite orientale des couches à *Orbitolina concava.*

Le Turonien n'est représenté que par des lambeaux peu étendus ; il n'y en a pas de trace dans la région occidentale (Navarre, Biscaye, etc.) ; mais dans la sierra de Guarra au Nord d'Huesca, on peut voir les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum* apparaissant par faille, au milieu des terrains tertiaires.

D'autres dépôts semblables se trouvent en Catalogne, notamment à Boixols. Dans la vallée du Segre, existe encore un lambeau de terrain turonien, caractérisé par la petite Hippurite de Rennes-les-Bains (*Hippurites canaliculatus*, Roll). Tous ces lambeaux appartiennent au sous-étage supérieur, et l'horizon du *Periaster Verneuili* paraît manquer complètement, bien que M. Ch. Barrois l'ait rencontré dans la province d'Oviédo (1). La même lacune a d'ailleurs été obserservée par M. Hébert dans les Pyrénées septentrionales.

Le Sénonien est à la fois très complexe et très étendu. Le premier de ses horizons se montre auprès de Murguia dans la province d'Alava ; une exploitation de lignite a été ouverte au milieu de marnes bleues au hameau de Vitoriano, et montre les dépôts de combustible entourés de couches peu puissantes de calcaires lacustres à Limnées, Planorbes, Graines de *Chara*, etc. Quant aux marnes bleues, elles renferment le *Micraster Heberti*, Lacv., en assez grande abondance.

Au-dessus viennent, soit auprès d'Apodaca, soit à Puebla, d'autres marnes bleues contenant le *Micraster brevis* et une autre espèce de *Micraster* non décrite ; plus haut encore, en se rapprochant de Vitoria, on rencontre deux nouvelles espèces de *Micraster* (*Mic. coranguinum*, var. et *Mic. corcolumbarium*) accompagnées de *Cyphosoma radiatum* Sor. et *Inoceramus Lamarckii*, d'Orb (2).

---

(1) Ch. Barrois. Le terrain crétacé du bassin d'Oviédo. (*An. des Sciences Géol.* t. X.)

(2) De Verneuil y a recueilli aussi de gros *Ananchytes* tout à fait identiques à ceux de Tercis (*An. Beaumonti?*) Ils se trouvent dans la collection de l'École des Mines.

Ces couches occupent une surface considérable dans la province d'Alava, et sont surmontées entre Vitoria et Santa-Cruz de Campero, par des grès argileux à *Ostrea vesicularis* et *Ostrea plicifera;* puis des calcaires compacts à Polypiers terminent la série des couches en ce point; l'épaisseur de l'étage entier dépasse 500 mètres.

Les mêmes dépôts se poursuivent à travers tout l'Aragon et se rencontrent encore dans une partie de la Catalogne; c'est ainsi que les marnes bleues qui s'étendent le long de la Noguera Pallaresa depuis Pobla jusqu'à Talarn contiennent de même à la base, les *Micraster brevis* et *Micraster* n. sp. et plus haut le *Micraster* qui accompagne à Vitoria le *Mic. corcolumbarium.* Ces marnes sont recouvertes par des grès très grossiers à Inocérames bien développés à Montesquiu, Talarn, Aren, etc., et directement surmontés par les assises daniennes. Mais dans la vallée du Segre, on peut voir au-dessus des calcaires turoniens à *Hippurites canaliculatus*, un calcaire à silex, sans fossiles, puis des couches à *Ostrea vesicularis* et enfin des grès à *Rynchonelles* et *Inocérames*. Ces trois dernières zones se retrouvent en bien des points de la Catalogne, mais sans être jamais en rapport avec les marnes à *Micraster;* je ne doute pourtant point qu'elles ne soient plus récentes.

En résumé, le terrain sénonien se compose de haut en bas, de la façon suivante :

7. Calcaires à Rynchonelles.
6. Grès à *Ostrea vesicularis*.
5. Calcaire à silex.
4. Grès à *Inocerames*.
3. Marnes bleues à *Micraster coranguinum* et *M. corcolumbarium.*
2. Marnes bleues à *Micraster brevis.*
1. Marnes bleues à *Micraster Heberti.*

L'assimilation de ces couches présente d'assez grandes difficultés ; aussi cette partie mériterait-elle un développement que je ne peux lui donner ici ; je me contenterai de dire que tous les auteurs qui ont étudié le crétacé dans les Pyrénées espagnoles, n'ont pas hésité à placer les marnes à *Micraster* au-dessus des calcaires à grandes Hippurites (1); la coupe de Boixols ne peut laisser aucun doute à cet égard. Quant aux déterminations des différentes espèces de *Micraster*, elles ont été faites avec le plus grand soin par M. Munier-Chalmas.

J'ajouterai que pour l'assise N° 3, à *Micraster corcolumbarium* et gros *Ananchytes*, le synchronisme est certain avec les couches 3 et 4 de Tercis, dans le tableau donné par M. Hébert dans cette même séance (1).

---

(1) Voir les travaux de MM. de Verneuil, Mallada, Vidal, etc.

Le Danien présente l'analogie la plus frappante avec les couches du midi de la France, comme on peut s'en convaincre en se reportant soit aux divers travaux de MM. Leymerie, Matheron, etc., soit à la communication de M. Hébert.

En Catalogne, il comprend à la base, des grès à *Otostoma ponticum*, *Hemipneustes* et grands bivalves indéterminables ; puis viennent des calcaires à *Hemipneustes*, et enfin des argiles rutilantes et des poudingues. Ce troisième horizon renferme dans sa partie inférieure, divers fossiles parmi lesquels il faut citer en première ligne, la *Cyrena laletana*, Vidal, qui me paraît bien voisine de la *Cyrena garumnica* (2) et qui forme des bancs entiers, soit à Figols soit à Isona; des *Lychnus* s'y rencontrent également.

La zone à *Otostoma ponticum* se retrouve dans l'Alava auprès d'Antoñana, mais ce fossile y est accompagné d'une espèce d'huître que l'on est habitué de rencontrer beaucoup plus bas dans la série, l'*Ostrea vesiculosa*.

Dans l'Aragon, je ne connais qu'un seul affleurement de Danien; c'est dans le défilé de la Peña auprès d'Huesca. On peut y voir un calcaire compact à *Lychnus* (*L. Pradoanus*) surmontant des argiles rouges identiques à celles d'Isona, et rapportées par M. Mallada au terrain triasique, je ne sais pour quelle raison. Ce petit lambeau, semblable à celui des environs de Segura signalé autrefois par de Verneuil, ne me paraît pas absolument synchronique des couches de Figols et d'Isona; je le considère comme un peu plus récent.

C'est à peine si j'ai besoin d'indiquer maintenant les rapports avec les couches françaises, tant ils sont clairs et faciles à apercevoir; mes deux premières zones (*Otostoma ponticum* et *Hemipneustes*) correspondent à la craie de Gensac (couche N° 6 de M. Hébert) et la troisième avec ses Cyrènes, n'est autre que le représentant d'Auzas et des argiles rutilantes de la Haute-Garonne et de l'Ariège. Quant à la colonie de Tuco à *Mic. Tercensis*, elle n'a pas d'équivalent en Espagne, les couches que j'ai indiquées ci-dessus, étant toujours recouvertes directement par les calcaires à *Alvéolines* qui forment d'une manière constante la base de l'éocène pyrénéen.

---

(1) Compte rendu sommaire des Séances de la Soc. Géol. de France, 22 novembre 1880.

(2) M. Vidal lui-même admet que la *C. laletana* pourrait bien n'être qu'une variété de l'espèce française.

M. **Gaudry** présente de la part de M. Roche la note suivante :

Sur les Fossiles *du* terrain permien d'Autun (*Saône-et-Loire*)

par M. E. Roche.

L'exploitation des schistes bitumineux dans le bassin d'Autun a permis depuis quelques années de recueillir un certain nombre de fossiles nouveaux du terrain permien. Ayant eu occasion de suivre ces recherches, je présenterai quelques considérations sur le gisement de ces fossiles et leur découverte.

Je commencerai par quelques mots sur l'ordre de superposition des couches.

La formation des schistes d'Autun appartient à la base du terrain permien : elle correspond à l'étage permo-carbonifère de M. C. Grand'-Eury, ou au Rothliegende inférieur d'Allemagne.

Divisions de l'étage. — On y distingue trois horizons fossilifères bien définis par les exploitations qui les jalonnent. On peut ainsi subdiviser l'étage permo-carbonifère d'Autun en trois sous-étages :

1° *Sous-étage inférieur*, puissant de 150 à 200 mètres au moins, comprenant les couches exploitées à Igornay et à Saint-Léger-du-Bois. Il repose directement et en stratification concordante sur l'étage houiller supérieur ou supra-houiller (étage des Calamodendrées de M. Grand'Eury), représenté par la houille du Grand-Moloy et Saint-Léger-du-Bois.

2° *Sous-étage moyen*, ou série des couches exploïtées à Lally, Muse, Cordesse, Dracy-Saint-Loup, Ravelon, la Comaille et le Ruet, qui sont séparées des précédentes par une épaisseur de dépôts de 300 mètres environ, et marquent le passage au Rothliegende ou permien proprement dit.

3° *Sous-étage supérieur ou du Boghead.* La puissance de cette division atteint 500 mètres environ en y comprenant les grès rouges et schistes supérieurs au boghead, qui sont encore inexplorés et peu connus comme fossiles. La couche de boghead qui caractérise cette assise est exploitée à Surmoulin, Millery et Margennes, près Autun.

C'est donc au total une épaisseur de 900 à 1000 mètres qu'on peut vraisemblablement assigner à l'étage permien dans le bassin d'Autun.

Composition minéralogique. — Tout cet ensemble de sédiments est constitué par des alternances de grès et de schistes plus ou moins riches en hydrocarbures, dont les caractères minéralogiques sont peu tranchés et permettent difficilement de distinguer les couches.

Je dois toutefois signaler des bancs de calcaire magnésien situés au-dessus des schistes des deux divisions inférieures de l'étage.

Ce calcaire, par sa structure caverneuse, paraît représenter, au point de vue minéralogique, la dolomie du zechstein d'Allemagne; mais il ne contient que des fossiles d'eau douce, comme tout l'ensemble de la formation. Un de ces bancs, peu épais, mais très caractéristique, affleure à Igornay (sous-étage inférieur); un autre à Muse, Cordesse, Ravelon (étage moyen). La couche du boghead (sous-étage supérieur) présente des calcaires, mais très différents comme aspect et comme composition.

Végétaux fossiles. — La flore fossile des schistes d'Autun peut contribuer à la distinction des subdivisions qui viennent d'être indiquées.

Sous-étage inférieur. — Les plantes du terrain houiller supérieur se continuent presque sans mélange de plantes permiennes. Je citerai seulement les plus caractéristiques.

Les Fougères sont nombreuses et variées : beaucoup de *Pecopteris Schlotheimii*, *P. cyathea*, *P. arborescens*, *P. hemitelioides*, *P. polymorpha*, fréquent; *P. Pluckeneti*, *P. arguta*, rare, *P. Candolleana*, etc.; *Odontopteris minor* peu commun, *Od. Schlotheimii* rare, quelques *Od. obtusa* (on trouve même l'*Od. Reichiana*); *Alethopteris* divers, dont *Al. Grandini*, *Al. gigas; Dictyopteris Schutzei*, quelques *Nevropteris* dont le *N. subauriculata;* rares *Tœniopteris;* des tiges de fougères nombreuses. Les Sigillaires sont encore assez bien représentées, par les *Sigillaria Brardii* et *S. spinulosa*, communs, *S. rhomboïdea*, *S. lepidodendrifolia*, et quelques Sigillaires à côtes dont le *S. pachyderma* et probablement *S. Cortei;* beaucoup de *Syringodendron*, des *Stigmaria*, un grand nombre de *Cordaïtes* et tiges s'y rapportant, le *Calamodendron cruciatum*, des *Arthropitus*, *Dicranophyllum gallicum;* une grande abondance de *Walchia piniformis*, *W. hypnoïdes;* encore le *Sphenophyllum oblongifolium*, quelques *Annularia longifolia;* beaucoup d'inflorescences et strobiles, tels que les *Macrostachya infundibuliformis*, *Brukmannia tuberculata;* une grande quantité de graines, de *Cordaïcarpus*, *Trigonocarpus*, *Codonospermum*, *Pachytesta gigantea*, *Rhabdocarpus*, etc.

Sous-étage moyen. — Diminution des espèces houillères, déjà des formes permiennes proprement dites ; on trouve encore des *Pecopteris arborescens*, *P. henutelioides*, *P. elegans*, *P. arguta*, *P. Candolleana;* des *Odontopteris obtusa*, *Dictyopteris Schutzei*, *Nevropteris Dufresnoyi*, *Tœniopteris multinervis;* les *Callipteris* apparaissent : *C. conferta*, *C. gigantea*. Les Sigillaires sont rares; nombreuses *Walchia piniformis*, *W. hypnoïdes*, et déjà le *Calamites gigas*, *Sphenophyllum latifolium*, *Calamodendron cruciatum*, des carpolithes assez variés. Au sommet de cette division le caractère permien de la flore s'accentue de plus en plus.

Sous-étage supérieur ou du boghead. — Plantes permiennes dominantes : les Pecopteridées sont rares et différentes des précédentes : *P.* voisine du *P. nervosa*, *P. oreopteridia*, *P. Candolleana*, *Odontopteris obtusa* ; abondance de *Callipteris* très variées : *C. conferta*, *C. obliqua*, *C. gigantea*, *C. Carioni*, etc. ; *Sigillaria Brardii*, *S. spinulosa* (silicifiés) ; *Walchia* fréquentes, dont *W. filiciformis* ; *Piceites Naumanni*, beaucoup d'*Asterophyllites*, le *Sphenophyllum Thonii*, beaucoup de *Carpolithes Ottonis*, etc. Au sommet de cette série les grès rouges qui couronnent l'étage n'ont pas encore fourni de fossiles à étudier.

La végétation s'est donc renouvelée pendant la durée du dépôt et la flore des assises supérieures est franchement permienne, tandis que celle des couches de la base est la continuation des espèces houillères.

Animaux fossiles. — Au point de vue de la faune au contraire, tout l'étage paraît constituer une période non interrompue ; on ne constate pas pour les fossiles animaux cette variation des types, si accentuée pour les plantes. Les caractères d'organisation se manifestent avec toute leur perfection dès la base de l'étage, il est probable que les mêmes animaux se sont perpétués pendant toute la durée de la formation, que nous avons vue représentée par une succession de couches de 1,000 m. environ de puissance.

Les restes d'animaux fournis par le bassin autunois sont peu nombreux ; cependant on y trouve une grande abondance de coprolithes de formes et de dimensions très variées, contenant fréquemment des écailles de poissons et portant à la surface l'empreinte des replis intestinaux des êtres dont ils proviennent ; beaucoup paraissent dus à des reptiles de grande taille. Aucune classification n'en a été faite jusqu'à ce jour.

Les ossements d'animaux sont au contraire d'une grande rareté ; on les rencontre principalement dans des concrétions calcaires, ferro-magnésiennes, répandues dans les couches de schistes.

Les poissons seuls se trouvent assez fréquemment dans les exploitations, et diverses localités en ont fourni un grand nombre ; ceux de Muse notamment (sous-étage moyen) ont été décrits par Agassiz ; il en existe une grande variété et il reste encore beaucoup d'espèces à étudier.

Les crustacés sont représentés par deux genres : l'un, très répandu, est un très petit Cyproïde, mentionné par Alc. d'Orbigny (Paléontologie stratigraphique, IV^{e} part., p. 344), et dont le test remplit certains lits schisteux dans toute la hauteur de l'étage. Le second est un Amphipode de petite taille aussi, le *Nectotelson*, décrit récemment par M. P. Brocchi (1), moins commun, mais trouvé en abondance à Igornay (sous-étage inférieur) ; rare dans le reste du bassin.

Les Reptiles comprennent des Sauriens et des Batraciens. La plupart ont été l'objet des savantes recherches de M. Albert Gaudry qui a décrit les espèces connues jusqu'à ce jour. Les plus remarquables sont : 1° parmi les Sauriens, l'*Actinodon* (2), trouvé à Muse par M. Frossard en 1867 et dont on possède aujourd'hui quelques exemplaires assez complets au Muséum, et deux genres de taille plus considérable et d'une organisation plus élevée (3), l'*Euchyrosaurus* dont on n'a que quelques ossements, et le *Stereorachis*, décrit tout récemment par M. Gaudry (Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 12 octobre 1880) et dont le Muséum possède un squelette presque complet, trouvé à Igornay : c'était le plus perfectionné de cette série de reptiles primaires. — 2° Parmi les Batraciens le *Protriton* (4), également décrit par M. Gaudry, genre très répandu dans les couches des subdivisions moyenne et supérieure, et le *Pleuronoura* (5), très voisin du précédent et qui l'accompagne dans son gisement.

J'ai résumé dans le tableau ci-dessous les fossiles du bassin d'Autun connus jusqu'à ce jour :

CRUSTACÉS : 1° **Cyproïdes.** — Un ou plusieurs genres, voisins des Cypris, très abondants dans toutes les couches; localités : Igornay, Saint-Léger-du-Bois, Lally, Muse, le Ruet, Millery, Margennes.

2° **Amphipodes.** — *Nectotelson Rochei* (P. Brocchi) très abondant dans un lit de schiste, à 20 mètres au-dessus des couches d'Igornay : existe à Millery, Margennes, dans la couche de Boghead.

POISSONS :	*Palæoniscus Blainvillei,* (Agassiz.)	Loc. diverses : Muse, Igornay, Lally, Millery, Margennes, etc.
	— *Voltzi,* —	
	— *angustus,* —	
	— *Duvernoyi?* —	
	et d'autres espèces non dénommées.	
	Amblypterus, sp?	mêmes gisements.
	Acanthodes, sp?	trouvé à Igornay, Muse, le Ruet.

---

(1) M. P. Brocchi. Note sur un Crustacé fossile recueilli dans les schistes d'Autun. (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VIII, pl. I, p. 5.)

(2) M. A Gaudry. Mémoire sur le Reptile découvert par M. Frossard à Muse (S.-et-L.) (*Nouvelles archives du Muséum d'Histoire naturelle*, t. III, p. 21, pl. III, fig. 1-4, 1867). — M. A. Gaudry. Note sur l'*Actinodon Frossardi*. (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e série, t. XXV, p. 576, 1er mars 1868). — M. A. Gaudry. Les reptiles des schistes bitumineux d'Autun. (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e série, t. IV, p. 720, pl. XXII, 29 août 1876).

(3) M. A. Gaudry. Les reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun. (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e série, t. VII, p. 62, pl. III et IV, 16 déc. 1878).

(4) M. A. Gaudry. Découverte de Batraciens dans le terrain primaire (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e série, t. III, p. 299, pl. VII et VIII. 29 mars 1875).

(5) M. A. Gaudry. Les Reptiles de l'époque permienne aux environs d'Autun. Déjà cité.

	Pleuracanthus lœvissimus Gaudry. — *Frossardi* — *Pleuracanthus*, sp? —	On rencontre fréquemment des ichthyodorulites de ces poissons; leurs débris sont assez communs; un seul exemplaire presque entier est à la Sorbonne. Loc. : Igornay (entier), Saint-Léger-du-Bois, Muse, Dracy-St-Loup (ichthyodorulites),
	et un genre non dénommé de très gros poissons à côtes sans écailles. (— Igornay.)	
REPTILES :	*Actinodon Frossardi*, Gaudry,	trouvé à Muse, Dracy-Saint-Loup; vertèbres, à Igornay; une mâchoire au musée d'Autun, provenant d'Igornay.
	Actinodon major, Gaudry,	os et vertèbres, Dracy-Saint-Loup.
	Euchyrosaurus Rochei, Gaudry,	quelques ossements de grande dimension, Igornay.
	Stereorachis dominans, Gaudry,	un squelette presque entier, la mâchoire très bien conservée au Muséum. Loc. : Igornay,
	un petit saurien non encore décrit, trouvé à Muse, Dracy-Saint-Loup.	
BATRACIENS :	*Protriton petrolei*, Gaudry,	1 exemplaire trouvé à Muse; très abondant à Dracy-Saint-Loup, Millery, Margennes, Surmoulin.
	Pleuronoura Pellati, Gaudry,	mêmes gisements que le précédent.

CLASSIFICATION PAR ORDRE DE SUPERPOSITION DES COUCHES

ÉTAGES	CRUSTACÉS	POISSONS	SAURIENS	BATRACIENS
Sous-étage inférieur	*Cyproïdes.* *Nectotelson.*	*Palœoniscus.* *Amblypterus.* *Acanthodes.* *Pleuracanthus.* Poisson à côtes sans vertèbres.	*Actinodon Frossardi.* *Euchyrosaurus Rochei.* *Stereorachis dominans*	
Sous-étage moyen	*Cyproïdes.*	*Palœoniscus.* *Amblypterus* *Acanthodes.* *Pleuracanthus.*	*Actinodon Frossardi.* *Actinodon major.* Petit saurien trouvé à Muse.	*Protriton petrolei.* *Pleuronoura Pellati.*
Sous-étage supérieur	*Cyproïdes.* *Nectotelson.*	*Palœoniscus.* *Amblypterus*		*Protriton petrolei.* *Pleuronoura Pellati.*

On peut voir combien ces couches se relient entre elles par la faune. Les Crustacés et les poissons sont les mêmes pour toutes les divisions de l'étage. On ne connaît pas encore de reptiles dans le sous-étage supérieur, mais l'*Actinodon* est commun aux deux autres et les reptiles d'Igornay (sous-étage inférieur) indiquent une organisation plus avancée encore d'après M. Gaudry. Les batraciens, communs aux deux assises supérieure et moyenne, ne sont pas encore reconnus avec certitude à la base, bien que j'aie cru en trouver des débris à Igornay, mais trop frustes pour être bien déterminables. Le nombre de ces découvertes devra augmenter par la suite et faire connaître mieux les êtres qui vivaient à cette époque.

La flore indique que le passage du terrain houiller au terrain permien a dû s'effectuer sans discordance ni lacunes dans le bassin d'Autun : ce fait contribue à rendre plus intéressante l'étude de ces fossiles qui appartiennent en grande partie à des espèces nouvelles, et qui comprennent, avec l'*Aphelosaurus* du terrain permien de Lodève, décrit par M. P. Gervais, les seuls reptiles des temps primaires trouvés en France.

M. Albert **Gaudry** annonce qu'un nouveau reptile vient d'être découvert dans le terrain permien d'Autun, par M. Tarragonet, directeur de l'usine de Margenne. L'échantillon a été donné au Muséum.

M. Léon **Vaillant** fait la communication suivante :

Remarques sur les **Dépôts marins** *de la* **période actuelle** *au point de vue du synchronisme des couches.*

Par M. Léon **Vaillant.**

L'idée qui se présente naturellement à l'esprit pour établir la contemporanéité des couches géologiques, c'est qu'à une époque donnée, les conditions d'existence ayant été les mêmes, la faune a dû être identique ; par suite les mêmes êtres indiqueraient des périodes synchroniques pour les points où on les rencontre. Cependant l'observation des faunes actuelles et anciennes a montré depuis longtemps que ce principe n'était pas absolu et ne suffisait pas dans toutes les circonstances pour juger cette question, surtout lorsqu'il s'agit de points éloignés. Ainsi personne n'ignore que les faunes marines de l'océan Atlantique et du Pacifique, celles de la Méditerranée et de la mer Rouge sont fort différentes les unes des autres. Mais même lorsqu'il s'agit d'un bassin circonscrit et de lieux rapprochés, il ne faudrait pas croire qu'il doit par cela seul y avoir identité entre les êtres qui s'y trouvent.

En ayant surtout égard à l'étude des Mollusques, qui sont les animaux les plus habituellement pris comme caractéristiques des terrains par le géologue, on voit, sur nos côtes, la nature des roches avoir une influence considérable sur la population maritime, qui y existe ; MM. Audouin et Milne-Edwards, il y a cinquante ans, ont parfaitement établi ce fait, dans leurs recherches sur les côtes de la France (1).

Pour en citer un exemple, en remontant à quelques kilomètres au nord de Boulogne-sur-Mer, où la Société tenait cette année sa session extraordinaire, on trouve certains points rocheux formés par des affleurements de grès portlandiens, entre autres ceux sur lesquels ont été établis la tour de Croi et le fort la Crèche. Là se développent, grâce à la stabilité du sol, différents végétaux, Algues, Fucus, et certains Mollusques tels que Patelles, Littorines, Pourpres, animaux recherchant les rochers sur lesquels leur pied peut adhérer solidement et où ils trouvent des abris lors des gros temps. Un peu plus au sud, en face à peu près de Terlincthun et de Moulin Hubert, ce sont des argiles tenaces dans lesquelles de nombreuses Pholades ont creusé leurs galeries. Enfin à la plage des bains, formée d'un sable fin, on trouve surtout les Mactres, les Tellines, les Nasses, etc. En admettant que la continuité de ces couches ne fût pas visible, l'observateur qui chercherait à interpréter leurs relations réciproques d'après la nature des débris organiques, pourrait éprouver un certain embarras, car, malgré la présence d'animaux communs aux différentes régions et le passage accidentel possible d'une des espèces caractéristiques de l'une dans l'autre, les faciès des faunes sont certainement fort spéciaux, vu l'abondance relative dans chacune d'elles des types cités.

Toutefois la possibilité d'établir d'après des coupes heureuses l'horizontalité des couches, l'étude des points de contact, pourront dans ce cas lever la difficulté et permettre l'identification synchronique des dépôts. Cela présentera plus de difficulté si on considère suivant le sens vertical ces mêmes zones littorales.

Dans le travail déjà cité de MM. Audouin et Milne-Edwards, qui, les premiers, ont étudié scientifiquement la distribution bathymétrique des animaux marins, observations dont les résultats ont été confirmés et complétés par les recherches ultérieures de Sars, d'Œrsted et enfin de Forbes (2), on sait que, par suite des différences dans les conditions d'existence résultant soit des alternatives d'immersion et d'émersion, dues au flux et au reflux dans les mers à marées, soit des différences de pression, de lumière, de température et autres causes, qui nous sont encore inconnues, on peut distinguer sur nos rivages des régions superposées présentant des faunes et des flores distinctes. Quelques-unes de ces régions peuvent même être subdivisées en zones, dont le tableau ci-contre indique la série mise en rapport avec le mouvement des eaux, cause la plus directement appréciable des variations.

---

(1) Rapports sur trois mémoires de MM. Audouin et Milne-Edwards, relatifs aux animaux sans vertèbres des côtes de la France, par M. le baron Cuvier. *Ann. Sc. nat.*, 1re série; t. XXI, p. 326, 1830.

(2) Pour les indications bibliographiques et l'historique de la question, je

Essai synoptique de délimitation pour les zones littorales
(*Environs de Saint-Malo*)

		Régions terrestres.			*Lichens.*
Pleine mer.	d'équinoxe.				
		Région subterrestre.	zone 0.	*Littorina neritoides.* — *rudis.*	*Lichina affinis.*
	de vive eau.				
		Région littorale.	zone 1.	*Balanus balanoïdes.*	*Fucus canaliculatus.*
	de morte eau.				
	Niveau moyen.		zone 2.	*Purpura lapillus.* *Littorina littorea.* *Trochus lineatus.* — *umbilicatus.* *Patella vulgata.* *Mytilus edulis.*	*Halidrys siliquosa.*
Basse mer.	de morte eau.				
			zone 3.	*Murex erinaceus.* *Littorina obtusata.* *Trochus cinerarius.*	*Fucus serratus*
	de vive eau.				
		Région sublittorale.	zone 4.	*Trochus zizyphinus.* *Haliotis tuberculata* *Helcion pellucidum.* *Pecten varius.* *Anomia ephippium.*	*Spongodium bursa.*
	d'équinoxe.				
		Régions marines.	zone 5.	*Pecten opercularis.* *Ostrea edulis.*	*Laminaires.*

Cette délimitation, même dans le point spécial où elle a été établie, est, sans doute, loin d'être absolue pour les espèces choisies ; celles-ci sont caractéristiques par leur abondance relative dans chaque zone, mais peuvent passer de l'une à l'autre en y devenant seulement plus rares. Ce passage se fait plutôt de haut en bas, cependant dans les zones deux et trois, qui sont d'ailleurs les moins distinctes, le *Trochus cinerarius* est souvent allié au *Trochus umbilicatus*. Sauf peut-être le *Balanus balanoïdes*, aucun des animaux cités n'occupe à la fois toute la hauteur des régions littorale, sublittorale et de la première

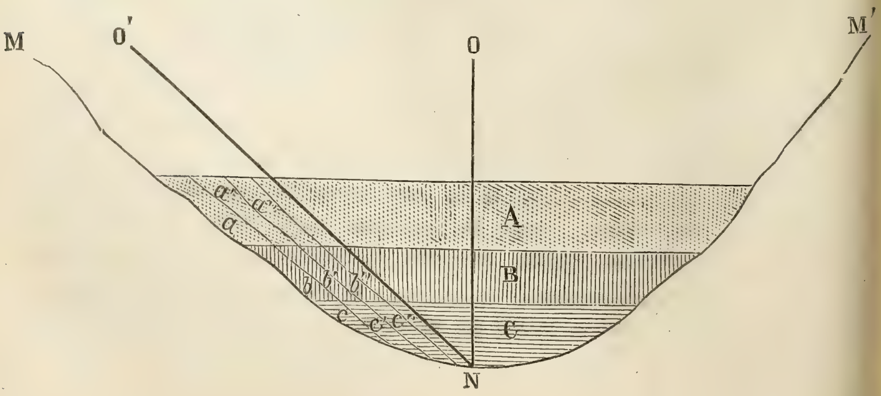
---

renverrai à mon travail intitulé : *Remarques sur les zones littorales ;* paru dans les publications de la Société de Biologie (5ᵉ série, t. III, année 1871. Mémoires ; p. 165, pl. V. 1873.)

zone marine. Quand on suit dans l'ensemble des zones la répartition d'un animal, on observe en allant de bas en haut, qu'il est d'abord rare, puis arrive à son maximum de développement pour disparaître peu après. Ce mode de distribution des êtres ne rappelle-t-il pas la disposition qu'on observe souvent en géologie dans certaines couches ?

Les végétaux énumérés dans une dernière colonne ne sont indiqués que pour mieux préciser en quelque sorte ces zones ; pour chacune de celles-ci j'ai pris la plante, qui paraissait la plus abondante et la plus facile à distinguer à première vue ; les déterminations ont été faites dans le laboratoire de botanique du Museum d'Histoire naturelle. Les végétaux par suite de leur genre de vie peuvent être fort commodes pour indiquer dans quelle zone on se trouve; c'est à ce titre que j'ai cru devoir en citer quelques-uns, sans qu'il soit question ici de traiter de la répartition des végétaux marins. Comme pour les Troques cités plus haut, la distinction dans la position de l'*Halidrys siliquosa* et du *Fucus serratus* n'est pas aussi nette que pour les autres espèces végétales citées, cependant le premier paraît plus abondant dans les régions supérieures, le second dans les régions inférieures, sur les points où ces observations ont été faites.

La distribution des êtres organisés en régions et zones superposées se continue dans les profondeurs de la mer; les recherches entreprises par Forbes et continuées depuis avec tant de succès par différents observateurs mettent le fait hors de doute; cependant la science n'est pas assez avancée sur ce point pour qu'on puisse préciser d'une manière aussi positive que pour les zones plus élevées la succession des animaux. Toutefois les déductions théoriques indiquées plus bas s'appliquent aussi bien, peut-être même mieux, à celles-là qu'à celles-ci, vu la tranquillité relative des zones marines comparées sous ce rapport aux zones littorales.



Considérons trois zones superposées, arbitrairement choisies, que pour fixer les idées nous désignons sous le nom de zone des Balanes, zone des Haliotides, et zone des Huîtres, sans qu'il faille attacher aucune importance à ces noms, la chose étant accessoire pour la question théorique. Si on examine dans une vue schématique une portion de côte M N sur laquelle habitent ces trois faunes, l'inclinaison étant convenable, des dépôts se formeront, qui contiendront les êtres indiqués, le supérieur a avec les Balanes, le moyen b caractérisé par l'Haliotide, le dernier c par les Huîtres. Au-dessus de cette première couche, les circonstances restant les mêmes, des dépôts successifs a', b', c', puis a'', b'', c'', etc., s'appliqueront, en sorte qu'on finirait par avoir trois couches A, B, C, continues, en superposition concordante, ayant des caractères zoologiques et peut-être pétrographiques différents. Les dépôts on le sait, sont en effet d'ordinaire grossièrement arénacés sur le rivage et deviennent de plus en plus fins et vaseux à mesure qu'on atteint des régions plus profondes. Il y a sans doute des exceptions, mais cependant je ne crois pas que les rivages présentent jamais sur une certaine hauteur, dix mètres par exemple, un dépôt entièrement homogène. Ces questions ont d'ailleurs été traitées avec toute autorité par notre savant confrère M. Delesse dans sa *Lithologie du fond des mers*. Le phénomène qui se passe sur la côte M N pourrait également avoir lieu sur une autre partie du bassin M′N; on comprend alors comment les couches A, B, C pourraient finir par combler le fond de la cuvette.

L'observateur, qui plus tard étudierait cette coupe suivant la normale O N, regardera ces couches comme s'étant déposées en des temps successifs, la couche C ayant dû précéder la couche B et celle-ci la couche A, ce qui est incontestable en ce qui concerne le dépôt suivant cette direction, mais ce qui cesse d'être exact, si on considère ces mêmes couches suivant une ligne oblique O′ N, parallèle au talus M N. Cependant cette seconde manière d'interpréter l'âge des strates ne peut pas être regardée comme différant de la première au point vue géologique; dans l'un et l'autre cas elles seront considérées comme synchroniques.

Les dragages, au-delà de mille à quinze cents mètres, ont révélé récemment que, dans ces conditions, les différences entre les faunes devenaient encore beaucoup plus considérables sur un point donné, aucune forme des régions supérieures ne se rencontrant dans les régions profondes et réciproquement. Il deviendrait dans ce cas d'autant plus difficile d'établir le synchronisme des couches que, d'après les faits observés, cette *faune des abîmes* rappelle les populations de formations beaucoup plus anciennes, celles des terrains secondaires par exemple, au moins par la présence de certains types, les Crinoïdes, les Spongiaires hexactinellidés par exemple, si bien que M. Wyville Thompson a cru pouvoir émettre cette idée que les dépôts s'étaient là continués sans interruption depuis la période crétacée. Ainsi donc sans parler des caractères minéralogiques, auxquels d'un avis unanime on ne peut avoir recours dans ces sortes de question, les caractères zoologiques feraient défaut et des difficultés nouvelles surgiraient de différences de niveau considérables, cela parfois à de petites distances ; on a en effet trouvé dans les premiers dragages du Travailleur une différence de 800 à 1,000 mètres après un parcours d'un demi-mille à un mille (800 à 1,600 mètres).

Je n'insiste pas sur ces derniers faits, qui sont, on peut le dire, encore à l'étude, malgré les observations déjà assez nombreuses et d'une si remarquable exactitude rassemblées pendant les expéditions entreprises dans ces dernières années par les gouvernements suédois, anglais, américain, français, etc.; la question du dépôt simultané de couches différant par leur nature pétrographique, leur faune, leur niveau, me paraît suffisamment posée par l'étude des faunes littorales et marines supérieures, il appartient aux géologues d'apprécier quel emploi il conviendrait de faire de ces données dans l'étude des terrains. Ne serait-ce pas ainsi par exemple, qu'on pourrait expliquer la formation de ces couches ordinairement peu épaisses, mais occupant parfois une assez grande étendue en surface et dans lesquelles se rencontre un très petit nombre d'espèces animales, d'une organisation cependant assez compliquée, pour que l'existence de celles-ci paraisse absolument inexplicable au point de vue biologique en l'absence d'autres êtres concomitants ?

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante, adressée par M. l'abbé **Pouech.**

Sur un **Ossement fossile** *supposé appartenir à un* **mammifère**, *trouvé dans les* **Grès crétacés du Mas-d'Azil** (*Ariège*).

par M. l'abbé **Pouech.**

Ce fossile a été recueilli non loin du Mas-d'Azil, dans ce bassin si riche en ossements de reptiles.

La roche qui le contenait est un banc de grès très grossier, le plus méridional d'un groupe de cinq à six, plongeant S. 50° environ, et formant un affleurement large de quatre à cinq mètres, situé sur le territoire de Caoué, à deux cents mètres environ à l'E. de cette métairie (1).

L'ossement en question semble être un coxal droit, dont malgré ses nombreuses et profondes mutilations il présente les formes générales.

Les deux angles, l'interne et l'externe, ou les deux épines supérieures, l'intérieure et l'extérieure, de l'Ileum sont tronquées. Toute la crête sus-cotyloïdienne du même os, ainsi que la protubérance et la cavité cotyloïde manquent en entier. Il en est de même du pubis et de la partie extrême de l'ischion ainsi que de tout ce qui entoure et qui forme le trou ovalaire.

Cette pièce ainsi mutilée a néanmoins encore près de cinquante-quatre centimètres de longueur absolue, plus de seize centimètres de largeur, et plus de cinq d'épaisseur à la hauteur de la cavité cotyloïde.

Ce ne sont certainement pas là les dimensions primitives de l'os, qui, dans la région ischio-pubienne, présente à la cassure encore trois centimètres d'épaisseur; ce qu'on peut dire seulement c'est que, vu l'empreinte laissée sur la roche dans le prolongement de l'ischion, laquelle, même ne se terminait pas, il faudrait ajouter à cet os une longueur de huit centimètres, ce qui porterait sa longueur totale absolue, au moins à soixante-cinq centimètres.

La flèche de courbure de l'ischion en arrière de la cavité cotyloïde est encore de 0,075 dans l'os tel qu'il est; elle serait de 0,10 au moins si l'os avait toute sa longueur, de sorte qu'en doublant cette largeur on aurait 0,20 pour la largeur du détroit pelvien sans compter ce qu'ajouterait l'arcade ischio-pubienne qui manque, et qui reste inconnue.

L'ossement en question reproduit, comme on voit, les formes générales et les dimensions d'un coxal tel que celui des grands pachydermes. Il répond en effet, à ceux des grands hippopotames par les dimensions, mais les formes sont différentes et contrastent même ; de sorte que pour le moment, tout ce que l'on peut dire, c'est que cette pièce semble annoncer un vrai mammifère, un animal grand et robuste, surtout puissamment charpenté.

Cette conclusion que la consistance compacte et solide de l'os suffirait à motiver, se trouve surtout justifiée par ses renflements et ses formes arrondies, et plus encore par son épaisseur dans toutes ses parties.

---

(1) Cette métairie appartient à M. Peyre, du Mas-d'Azil, à qui M. Pouech offre ses remerciements pour la permission qu'il lui a si gracieusement accordée d'extraire cette pièce.

Au surplus, voici la série de ces épaisseurs prises sur l'axe autant qu'il se peut, de distance en distance, d'une extrémité à l'autre, et d'avant en arrière.

Ileum.	
1° Extrémité antérieure à 0,03 en arrière	0,0375
2° A 0,10 en arrière de ce point, fosse iliaque	0,0450
3° A 0,10 en arrière ce dernier point, vers la facette auriculaire	0,0825
4° A 0,10 en arrière et vers le milieu de la longueur du coxal entier, point où l'os porte une dépression profonde en dehors	0,0605
5° A 0,05 de ce point, et vis-à-vis le milieu de la cavité cotyloïde	0,0560
Ischion.	
6° A 0,03 en arrière et vers le bord postérieur de la cavité cotyloïde	0,0580
7° A 0,05 en arrière	0,0520
8° A 0,05 en arrière	0,0450
9° Enfin à 0,05 encore en arrière	0,0410
A l'extrémité tronquée, l'os bien qu'ébréché, a encore une épaisseur de	0,0330

Quant à l'horizon géologique précis des bancs de grès de Caoué, qui renfermaient le fossile, c'est celui de la partie supérieure des grès d'Alet de l'Archiac (1), ou l'étage supérieur (c^3), de la craie d'Ausseing de Leymerie (2) que cet auteur assimile à la craie de Maëstricht. Enfin c'est la partie supérieure du n° 33 d'une coupe et d'un plan du bassin du Mas-d'Azil que l'auteur de cette note a donné il y a plus de 20 ans et où la métairie de Caoué figure (3).

Séance du 6 *Décembre* 1880

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. **Douvillé** secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XI, pl. I, fig. 1, n° 4.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XIX, p. 1093, (tableau calc. à hémipneustes et pl. XXIII, c^3, fig. 1.

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 2e sér. t. XVI, p. 404, pl. IX n° 33 et pl. X.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM. Kœchlin (Napoléon), boulevard Saint-Michel, 61, à Paris, présenté par MM. J. Jackson et Daubrée.

Laumonier (Jean), boulevard Saint-Michel, 21, à Paris, présenté par MM. l'abbé Bazin et de Lapparent.

Desprez de Gésincourt (Edouard), sous-inspecteur des forêts, à Briey (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Daubrée et B. de Lamothe.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

M. Charles Brongniart présente à la Société un ouvrage posthume de son grand-père, intitulé : « *Recherches sur les* **graines fossiles silicifiées**, par Adolphe **Brongniart**, précédées d'une *notice* sur ses travaux par J.-B. Dumas.

M. N. de **Mercey** écrit qu'il croit utile, en raison de la publication de sa note *Remarques sur la classification du terrain crétacé supérieur* (1) qui vient seulement d'avoir lieu dans une des dernières livraisons du Bulletin, de rappeler :

1° Que cette note n'a été imprimée que les 2 et 5 octobre 1880, (feuilles 23 et 24, 17 février, 3 mars 1879, t. VII, 3e série, livraison n° 6, 1879) ; mais sans changements au manuscrit présenté le 17 février 1879 ;

2° Qu'au 17 février 1879, l'impression du Bulletin (3e série) s'arrêtait :

Pour le tome VI, 1878, à la livraison n° 4 (feuilles 14-16, 28 janvier, 4, 18 février 1878);

Pour le tome VII, 1879, à la livraison n° 1 (feuilles 1-3, 4-18 novembre 1878).

L'auteur de cette note n'a donc pu y discuter les travaux qui n'étaient pas publiés au 17 février 1879 et dont la liste suit :

18 mars 1878. — Hébert : Remarques sur quelques fossiles de la Craie du nord de l'Europe à l'occasion du mémoire de M. Peron sur la faune des calcaires à Échinides de Rennes-les-Bains, t. VI, p. 317.

18 mars 1878. — Coquand : Observations sur la note de M. Peron sur les calcaires à Echinides de Rennes-les-Bains, t. VI, p. 326.

15 avril 1878. — De Lacvivier : Note sur le terrain turonien du département de l'Ariège, t. VI, p. 394.

13 juin 1878. — Leymerie : Observations sur le mémoire de

---

(1) *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. VII, p. 355; 1879.

M. Peron sur les calcaires à Échinides des Bains-de-Rennes, t. VI, p. 616.

13 juin 1878. — Peron : Réponse aux observations de M. Leymerie, t. VI, p. 616.

16 décembre 1878. — H. Arnaud : Danien, Garumnien et Dordonien, t. VII, p. 78.

17 janvier 1879. — J. Lambert. — Note sur la Craie du département de l'Yonne, t. VII, p. 202.

M G. **Dollfus** fait la communication suivante :

Notes Géologiques sur le nouveau chemin de fer *de* Beaumont-sur-Oise *à* Hermes,

par M. Gustave F. **Dollfus.**

La nouvelle voie ferrée qui nous a fourni les quelques renseignements qu'on va lire a été ouverte le 8 Mai dernier par les soins d'un comité local, pour desservir un petit groupe de localités industrielles et agricoles que n'avait pu traverser la ligne de Beaumont à Beauvais par Méru.

Ce chemin de fer à voie étroite part de Beaumont-sur-Oise ou plus exactement de la station de Persan, s'élève sur le penchant Sud du bombement du Bray par Fresnoy et Neuilly-en-Thelle, puis arrivé au point culminant après Ercuis, il fait un brusque coude au N.-O. pour pouvoir descendre à flanc de coteau la falaise rapide du N. du soulèvement du Bray. La voie ferrée longe ce versant Nord pour desservir Ully-Saint-Georges, Cauvigny, elle fait un circuit profond pour s'approcher de Sainte-Geneviève, puis s'abaisse pour venir traverser dans Noailles et prendre la direction du N. Elle gagne enfin, à niveau, la vallée du Thérain à Hermes.

Les terrains mis à découvert dans les diverses tranchées sont peu variés et tous prévus, ce sont surtout : la craie, les sables de Bracheux, le limon à silex et le lehm ; accessoirement : l'argile à silex, les lignites du Soissonnais et le diluvium gris. On coupe à plusieurs reprises la faille du pays de Bray ; en la touchant du doigt, on observe les contacts inférieurs et supérieurs des sables de Bracheux qui présentent des phénomènes variés, intéressants, quoique déjà signalés ; mais, surtout au point de vue de la distinction de l'argile et du limon à silex, les nouvelles tranchées que nous allons exposer sont remarquables. Elles permettent d'apprécier sur un long espace, une foule de faits positifs, toujours les mêmes, indiscutables, surabondants, qui doivent nécessairement entraîner la conviction chez les observateurs. On y voit que l'argile à silex est essentiellement différente du limon à silex, que le second dépôt n'est qu'un remaniement probablement local du premier; que l'argile à silex *réelle* est antérieure au terrain tertiaire, que le limon à silex au contraire est postérieur au terrain tertiaire et que le lehm est intimement lié au limon à silex dont il constitue le sommet.

Enfin il résulte de toutes nos coupes que la véritable argile à silex n'affleure nulle part et que c'est partout le limon à silex qui est visible.

Le mesurage kilométrique de la voie commence à Hermes pour se terminer à Persan. Comme nous avons cru mieux faire de commencer nos notes descriptives à partir de Persan, le point le plus rapproché de Paris, nous devons prévenir le lecteur que nous irons en remontant le numérotage kilométrique.

Au départ, à la station de la Gare du Nord de Persan, à la cote 26 mètres, on est dans le limon-lehm qui surmonte le diluvium gris de l'Oise ; un peu après le passage à niveau de la grande route du Mesnil vers le kilomètre 41, on entre dans la craie blanche. On voit, sur la gauche, des tuileries autrefois importantes qui montrent le lehm sur un beau développement; jusqu'au Mesnil et même après une grande courbe à droite qui suit, la voie s'élève insensiblement au niveau du sol naturel et rien n'est visible. Au kilomètre 27, on entre dans une petite tranchée de craie où le limon peu épais passe à la terre végétale, on ne voit presque point de silex, l'altitude approchée est de 58 mètres. La Carte géologique détaillée de la France indique dans cette région une longue bande de sables de Bracheux, mais la voie ferrée qui suit au même endroit en entamant le sol montre que c'est une erreur, il est d'ailleurs facile de se convaincre que le sable *en place* n'existe que bien plus haut sur un piton de craie.

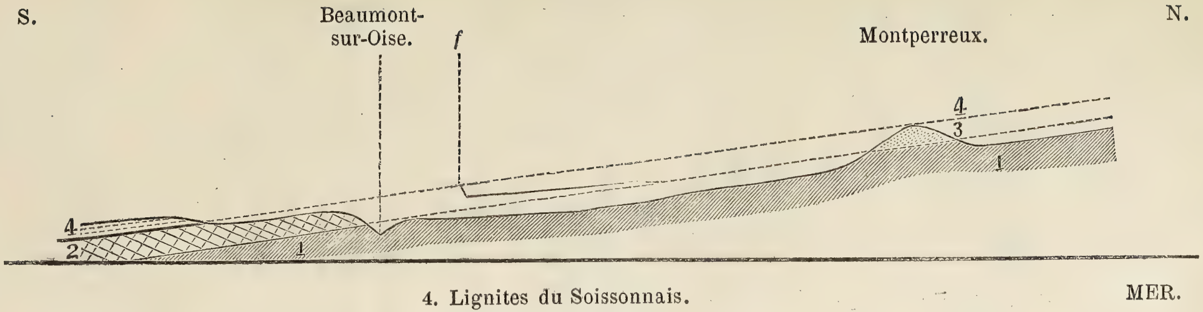
Si on a voulu indiquer les puits ou effondrements sableux dans la craie des mêmes sables, qui ne sont point un terrain *en place*, on a été doublement malheureux ; car on en a figuré au Mesnil où il n'y en a point, et on en a omis d'importants au Fresnoy où il est possible d'en observer.

Sous le bois de Montperreux, le chemin de fer entame la craie dans une grande courbe ; à la base du limon on voit remaniés une foule de galets noirs très roulés appartenant à la base des sables de Bracheux et qui ne sont pas très éloignés de leur place naturelle; quelques-uns sont agglutinés en poudingues comme à Coye. La voie est alors à 65 mètres d'altitude ; si on la quitte un moment pour gravir la butte de Montperreux, près Morangles, on peut y observer que le sable en place commence vers 85 mètres ; une sablière est ouverte à ce niveau vers le flanc sud, elle fait découvrir sur une hauteur de 4 à 5 mètres un sable fin gris, un peu verdâtre, rougi parfois par des altérations et traversé par des lits de gros galets noirs très roulés ; on juge aussitôt qu'on se trouve en présence d'une plage, d'un point côtier. Plus haut dans cette butte dont nous avons évalué la hauteur à 96^m, on voit les traces d'anciennes carrières de grès qui furent importantes, enfin tout au sommet nous avons brisé des blocs de grès hors de place qui se sont trouvés remplies de moules de fossiles : de *Cyrènes* très voisines de la *C. cuneiformis*, de *Cérithes* du groupe du *C. funatum*, et de débris végétaux menus ferrugineux ; ces blocs nous ont paru appartenir aux lignites et si nous ne pouvons en conclure que cet étage existe réellement en place à Montperreux, nous pouvons tout au moins déduire que l'épaisseur des sables thanetiens n'était pas beaucoup plus grande que celle encore aujourd'hui observable.

L'examen de tous ces faits nous conduit à une conclusion assez importante, à savoir : que la mer de Bracheux avait vers ce point son rivage méridional et qu'elle venait frapper une falaise crétacée dont elle avait dénudé plus au Nord les couches supérieures. En effet la craie à *Belemnitella mucronata* et à *Magas pumilus* est épaisse de 25 à 30 mètres à Beaumont-sur-Oise, c'est-à-dire à moins de quatre kilomètres au Sud et elle manque à Montperreux ; le caractère de dépôt profond et continu, sans apparence côtière, de cette assise, nous oblige à croire qu'elle a été dénudée et dispersée à Montperreux où nous observons sous les sables et galets de Bracheux, qui manquent à Beaumont, une craie pauvre en fossiles qu'on retrouve à Beaumont sous la craie à Bélemnitelles.

On sait d'autre part que les sables de Bracheux n'atteignent pas Beaumont, et qu'à Mours, notamment, l'argile plastique des lignites inférieures du Soissonnais, recouvre directement la craie à Bélemnitelles. La mer de Bracheux en couvrant le pays de Bray, en a donc corrodé et arraché la zone à Bélemnitelles sur une très grande surface, non pas uniformément, puisque M. Graves cite ce fossile dans plusieurs localités du pays de Thelle, et non pas partout au delà, puisque la même assise se revoit plus au Nord vers Beauvais. La craie à Bélemnitelles manque spécialement là où se rencontrent les poudingues de Bracheux suivant une ligne oblique du rivage N.-E. — S.-O., très différente de celle du soulèvement du pays de Bray, qui est N.-O. — S.-E. La coupe ci-jointe fera bien comprendre ma pensée et démontrera que les deux phénomènes ont été sans relations.

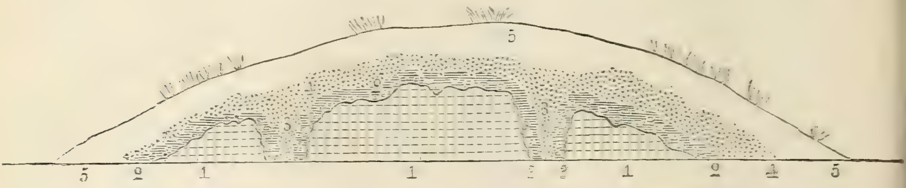
Fig. 1.


S.
Beaumont-sur-Oise.
f
N.
Montperreux.
4
3
1
4
2
1
MER.

4. Lignites du Soissonnais.
3. Sables de Bracheux.
2. Craie à Belemnitelles.
1. Craie peu fossilifère.
f Falaise supposée des sables 3 contre la craie 2.

Avant d’atteindre Fresnoy, le chemin de fer franchit un vallon étroit et s’élève rapidement dans un tranchée profonde de craie dont voici la coupe :

Fig. 2. — *Tranchée de Fresnoy.*



5. Limon-lehm.
4. Limon à cailloux.
3. Sable tertiaire (Thanetien).
2. Argile à silex.
1. Craie blanche.

Les puits naturels, les poches d’affaissement dans la craie qu’on peut y voir, dans lesquelles les sables tertiaires se sont effondrés peu à peu et se sont conservés, présentent pour les environs de Paris une très bonne illustration des mêmes faits étudiés déjà dans le Vermandois et le Cambrésis, par MM. de Lapparent et Gosselet.

Cette craie, dans laquelle on remarque un fin réseau de fibrilles spathiques, ne nous a fourni aucun fossile caractéristique. Les silex sont peu abondants, aussi l’argile et les cailloux qui tapissent, forment un revêtement d’une épaisseur médiocre; par contre le limon à silex qui surmonte le tout renferme, de nombreux silex patinés mais peu roulés, mêlés de quelques galets tertiaires qui ne proviennent pas de bien loin.

Au passage à niveau de la station de Fresnoy, la craie blanche est plus riche en silex; la voie ferrée s’élève sans incidents, on arrive au kilomètre 26, à 80 mètres d’altitude environ et au kilomètre 24 à 105 mètres. Au kilomètre 23, un peu avant Neuilly-en-Telle, la craie blanche est visible à 130 mètres. A Neuilly même, près de la station, la fosse en construction de l’usine à gaz, nous a donné la succession suivante :

4. Limon massif, 1m 20;
3. Lit de silex noirs, 0m 20;
2. Limon passant à une argile brune avec quelques silex, 1 mètre;
1. Craie blanche très fissurée sur 1 mètre.

Un peu plus loin, kilomètre 22, la voie atteint le point haut de 145 mètres, puis redescend pour franchir le vallon d’Ercuis et entre enfin dans le village à 151 mètres.

Dans cette région, la craie est profondément altérée, elle est surmontée d'un manteau puissant d'argile rouge foncée à gros silex cornus, puis d'une couche épaisse de limon à silex d'un brun jaune ; les silex sont très patinés. Ils ont subi une hydratation ou altération profonde de leur surface sans avoir été roulés ; vers la cote 120 de l'État-major et au nord du village cette succession est vraiment frappante.

Au kilomètre 21, au-delà d'Ercuis, la voie ferrée fait une grande courbe au N.-O., en tranchée en commençant à effectuer sa descente ; cette longue tranchée ne montre qu'un limon-lehm de 3 à 4 mètres, surmontant un limon à silex peu remaniés. Au passage à niveau de la grande route du Tillet, on remarque une ancienne briqueterie qui exploitait le lehm sur une forte épaisseur.

Nous ferons remarquer à ce propos qu'il nous a été impossible de comprendre le coloriage et les divisions des terrains superficiels de la région tels qu'ils ont été figurés par la carte géologique détaillée. On y compte trois couleurs : **M** sur fond violacé qualifié « argile limoneuse avec silex », qui est bien en effet le caractère du *dépôt quaternaire général de la région*, puis **p** sur fond sépia très clair, « limon des plateaux » ; enfin **P** sur couleur sépia demi-ton, dit « limon ou dépôt caillouteux des terrasses ». Les alluvions récentes sont coloriées et marquées à part. Or, il nous a été absolument impossible de faire ces deux dernières distinctions dans la région que nous avons parcourue.

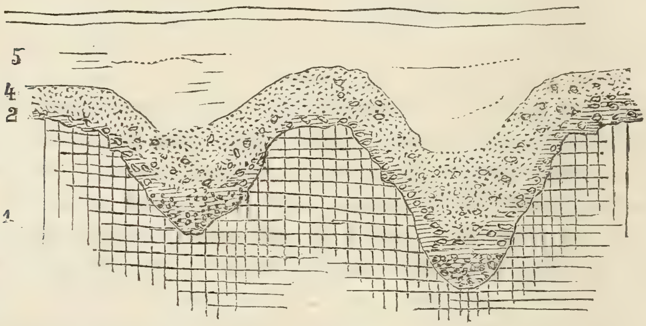
Même, en voyant le sous-sol, il nous a paru que sur cette carte on avait placé ces subdivisions d'une manière tout arbitraire. Si par la lettre et la nuance de **p**, on a voulu indiquer les points où le limon sans silex formait des dépôts considérables, il eût fallu tout au moins appliquer ce signe aux exploitations des tuileries et briqueteries établies sur ces gîtes, il eût fallu surtout se garder d'en figurer l'étendue comme localisée à quelques régions spéciales de la carte, où elle apparaît groupée dans une situation stratigraphique qu'on peut croire voulue et réelle, et qui est bien faite pour tromper sur son extension véritable. Le limon-lehm nous paraît s'étendre aussi bien sur les points bas que sur les flancs des collines ou le sommet des plateaux, sans qu'il nous ait été jusqu'ici possible d'y reconnaître des distinctions suivant les altitudes.

Pour le signe **P**, nous n'avons pu comprendre la distinction qu'on a voulu lui attribuer ni observer le moindre changement là où on a cru devoir le placer.

Nous ne parlerons que pour mémoire de l'indication **A** « éboulis sur les pentes » ; c'est un signe fort utile dont il aurait fallu faire grand usage sur les flancs des coteaux, sur la pente nord du Bray, sur les déclivités des collines gypseuses surtout, où sa présence aurait peut-être pu épargner quelques-uns des coûteux mécomptes que le second réseau des voies ferrées des environs de Paris a eu à subir dans ces dernières années.

Reprenons notre étude du tracé : au kilomètre 19, vers 148 mètres d'altitude, le limon est extrêmement épais, de nombreuses petites tranchées à flanc de coteau ont entamé la craie et montré au-dessus les silex et le limon. Au kilomètre 18, la coupe peut être considérée comme typique et nous en donnons un croquis.

Fig. 3.



5. Limon pur.
4. Limon à cailloux peu remaniés.
2. Argile à silex.
1. Craie blanche.

Plus loin au kilomètre 17, une énorme tranchée de 8 à 10 mètres montre le contact de la craie et des sables inférieurs, comme l'indique notre dessin. (Fig. 4.)

Sur la craie inclinée on observe un lit de silex noirs très gros non roulés, cornus, dans une argile plastique très brune, très ferrugineuse et cassante ; ce lit peut avoir 0m 20. Au-dessus viennent, plongeant à 45°, les sables de Bracheux inférieurs, fins, d'un blanc-jaunâtre, avec quelques points d'un vert-noir, sans fossiles, à stratification irrégulière. Epaisseur : 5 mètres. Ce sable est recouvert d'un limon à silex patinés, remaniés qui devient du limon-lehm pur, un peu plus haut. Epaisseur : 3 mètres.

L'altitude approchée est 110 mètres. On peut être un instant embarrassé pour savoir si on se trouve en présence d'une faille ou d'un plongement en voyant une ligne si nette inclinée, mais la considération de la bande d'argile plastique et de l'équilibre des silex démontre qu'il n'y a pas là d'accident, mais une succession normale, primitivement horizontale et depuis soulevée.

Dans la tranchée du kilomètre 16, au-dessus de Coupin, il y a successivement : le limon, le limon à silex patinés, puis un sable fin, ferrugineux ou gris sur 6 mètres au moins, qui renferme quelques lits un peu argileux où l'on trouve des traces de fossiles pourris

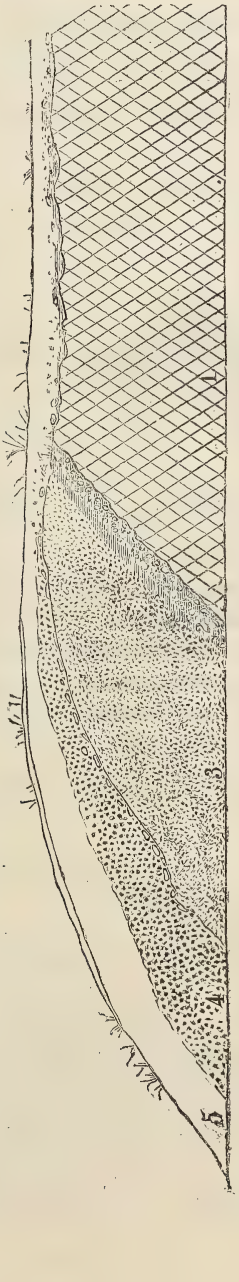


Fig. 4.

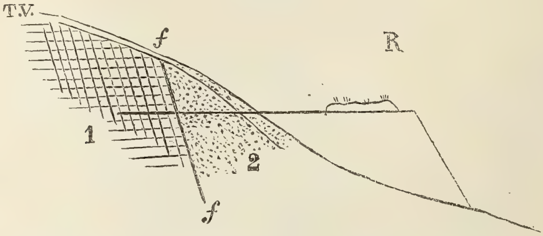
5. Limon pur. 4. Limon à cailloux. 3. Sable tertiaire inférieur.
2. Argile à Silex. 1. Craie blanche.

demi-dissous qui rappellent le niveau d'Abbecourt; dans cette tranchée, on se rend très bien compte que la source de la stratification confuse des sables est due à la dissolution irrégulière des grains calcaires de la masse et à des tassements locaux par diminution irrégulière du volume.

Dans la tranchée suivante, qui porte un poteau numéroté 0 — 316, on constate sans incertitude une faille entre la craie et le sable; un emprunt fait pour un remblai montre le sable appuyé à la craie suivant une ligne presque verticale sans traces d'argile à silex ni de quaternaire au-dessus.

Voici un croquis de ce point: (Fig. 5.)

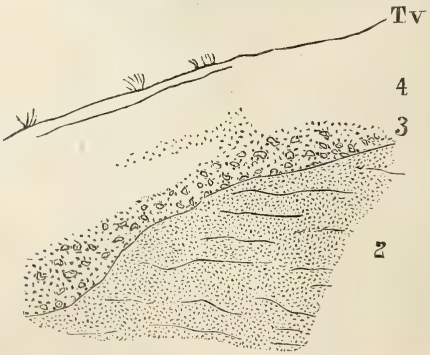
Fig. 5.



T.V. Terre végétale.
ff Faille.
1 Craie blanche.
R. Remblai.
2 Sable thanetien.

A Ully-Saint-Georges, dans un chemin creux au-dessous de la station, une coupe fraîche nous a encore permis d'observer la relation du limon à silex et du sable de Bracheux, que nous qualifions plus volontiers de Thanetien, dans l'incertitude où nous sommes, si c'est à la subdivision de Bracheux plutôt qu'à celle d'Abbecourt qu'il faut le rapporter. (Fig. 6.)

Fig. 6. — *Chemin creux à Ully-Saint-Georges.*



4. Limon.
2. Sable thanetien.
3. Limon à silex remaniés.
TV. Terre végétale.

Après la station d'Ully, on entre dans une tranchée courbe où l'on rencontre le poteau kilométrique 14. On y voit de bas en haut :

1° Le sable de Bracheux;

2° Les cailloux presque purs ;

3° Le limon-lehm sur une puissance de 5 à 6 mètres.

Le kilomètre 13 est situé dans un vallon à 100 mètres environ d'altitude : peu après on entre dans une tranchée située entre deux passages à niveau, qui montre les cailloux ravinant latéralement le sable, et le limon surmontant également les deux formations.

Les lignites sous la forme d'une argile plastique aquifère pointent au-dessus du sable dans la première tranchée au-dessous de Bois-Morel, dans la seconde où le limon est très développé on voit de petits cailloux de silex anguleux recassés en zone blanchâtre continue aux deux tiers de la masse du limon.

Nous passsons le kilomètre 12, à 116 mètres, pour arriver à une tranchée où les cailloux de la base du tertiaire noirs, ronds, bien roulés sont mêlés aux silex de la craie, le sable est d'un jaune ferrugineux avec minces filets gréseux endurcis ; les petits cailloux éclatés sont nombreux en zone dans le limon.

Un puits assez profond à la gare de Cauvigny-Novilliers, a pénétré dans la craie après avoir traversé les sables.

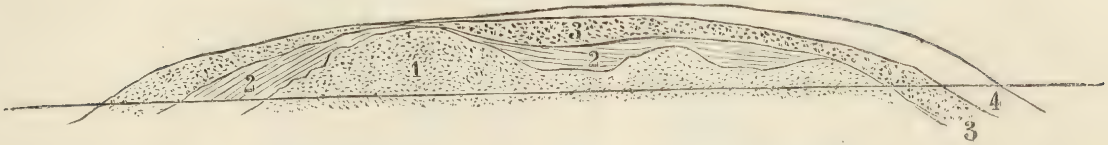
Après la gare de Cauvigny au kilomètre 11, le sable, les cailloux et le limon apparaissent toujours dans la même relation sur 5 ou 6 mètres environ.

La tranchée du bois de Château-Rouge montre que, quoique les silex se voient toujours si généralement localisés à la base du limon et souvent même presque sans limon pour les entourer, il peut y avoir quelquefois des enclaves latérales, des lits de silex dans le limon, au milieu de sa masse, en nappes horizontales. Hâtons-nous d'ajouter que ces zones entourées de limon nous ont toujours paru très limitées, nous en verrons encore ailleurs d'autres exemples. Un peu plus loin on voit apparaître dans une longue tranchée un peu éboulée les lignites du Soissonnais qui ravinent les sables Thanetiens.

Les deux formations sont également ravinées par le limon à silex quaternaire. (Fig. 7.)

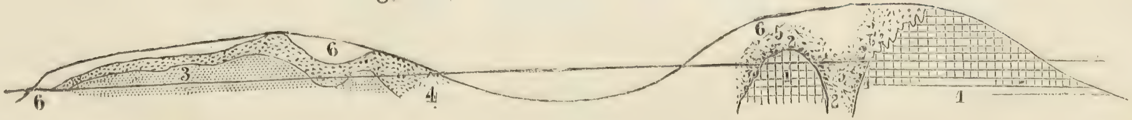
Ces sables thanetiens sont jaunis sur 40 centimètres au moins au contact de l'argile plastique grise ; la même tranchée est fort voisine de la faille du Bray, car la craie est visible au même niveau à 8 mètres de distance environ, dans un chemin à niveau qui s'élève ensuite au-dessus de la voie. On peut juger de l'accroissement d'amplitude de la faille à mesure qu'on s'avance au N.-O., car nous avons

Fig. 7. — *Tranchée du bois de Château-Rouge.*



4. Limon-Lehm.
2. Argile plastique des lignites.
3. Limon à silex.
1. Sable thanetien.

Fig. 8. — *Tranchées de Bonvilliers.*



6. Limon.
5. Limon à silex.
4. Argile plastique des lignites.
3. Sable thanetien.
2. Argile à silex.
1. Craie blanche.

observé successivement : un contact naturel incliné de la craie et du sable (kil. 17), puis une petite faille du sable inférieur contre la craie (kil. 15), enfin une faille de la craie contre les lignites (kil. 11).

Après un remblai situé au kilomètre 10, on pénètre dans le bois de l'Hôtel-Dieu, on y voit aussitôt la craie qui est surmontée d'une argile rouge à gros silex qui se lie au limon à silex dont les éléments sont patinés et de moindre taille ; d'énormes poches des mêmes cailloux remaniés avec limon se voient au-dessus de la craie dans toute la boucle que fait la voie ferrée pour s'approcher de Sainte-Geneviève ; on reste constamment sur la craie. La voie ferrée qui avait sensiblement remonté d'Ully-Saint-Georges à la gare de Sainte-Geneviève, redescend ensuite vers Bonvilliers ; la première tranchée en s'approchant de ce point, donne : 1, la craie ; 2, l'argile à silex ; 3-6, le limon à silex, avec ravinements, altérations, effondrements et passages ; le limon renferme aussi vers le haut de petits éclats de silex.

La deuxième tranchée de Bonvilliers est tout entière dans le tertiaire, la faille du Bray passe dans le vallon qui sépare les deux coupes et n'est point visible.

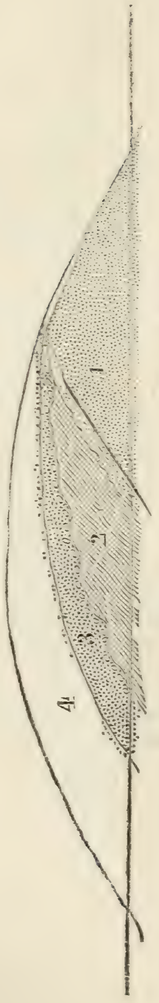
Les trois termes : sable ; limon à silex ; limon pur, s'y rencontrent encore. Voici un croquis de cet endroit. (Fig. 8.)

Au kilomètre 7, le contact des lignites et du limon a causé des éboulements intenses de limon ; on voit se succéder le sable blanc, le sable jauni par infiltration de contact, une argile grise et noire avec lits de lignites dits : « Cendres pyriteuses », base des lignites ; puis un ravinement profond et le quaternaire ; les cailloux de silex forment un lit d'épaisseur très variable de 0^{m}20 à 2 mètres, et le limon complète le reste pour atteindre 4^{m} 30. Voici un croquis fait dans cet endroit. (Fig. 9.)

Les deux tranchées suivantes, opérées dans le bois d'Épermont, montrent encore les sables, les silex, le limon ; quelques bandes de silex paraissent interstratifiées dans le limon. (Fig. 10.)

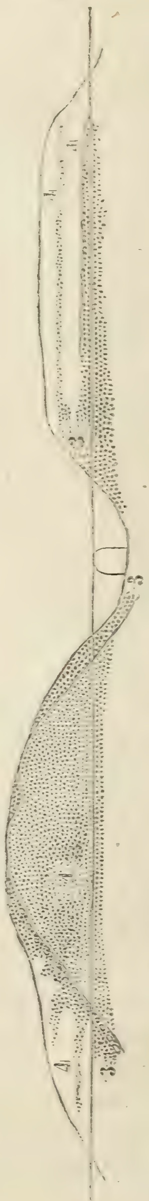
Dans chaque tranchée, que nous avons vue, la disposition et les épaisseurs relatives du limon à silex et du limon-lehm présentent des changements inattendus. Tantôt la masse des galets est appuyée au Nord, tantôt elle est plus puissante vers le Sud ; à un endroit le sous-sol tertiaire ou crétacé affleure au sol sans intermédiaire, et cent pas plus loin il est masqué par 6 mètres de quaternaire ; tantôt l'épaisseur relative des silex et du limon pur se compense ; tantôt elle s'ajoute, sans que nous ayons pu découvrir aucune loi, aucune raison, aucune situation correspondant à ces états divers. L'altitude, l'orientation ne nous ont rien fourni et avant d'avoir creusé en aucun point, nous n'oserions à priori juger de la nature et de la puissance des terrains superficiels ; les difficultés de coloriage géologique de ces divers niveaux sur le revers du Bray ne me paraissent pas pouvoir être sur-

Fig. 9. — *Tranchée du kilomètre 7.*



4. Limon.
3. Limon à silex.
2. Argile grise et noire.
1. Sable pur (thanetien.)

Fig. 10. — *Coupes du bois d'Epermont.*



3. Limon.
2. Limon à silex.
1. Sable thanetien.

montées dans l'état présent de nos connaissances avec l'échelle du $\frac{1}{80,000}$.

Le kilomètre 5, présente une assez longue tranchée courbe de 5 mètres de haut dans le limon à l'altitude de 79 mètres. Le limon présente deux zones bien distinctes par leur couleur ; en haut le limon est décalcarisé et rouge-brun sur 2 mètres ; en bas il est brun-jaune, calcaire ; au contact on remarque des traces de conduites d'infiltration d'eau tapissées d'un fin dépôt blanchâtre de carbonate de chaux.

A la gare de Noailles, le limon-lehm présente les mêmes subdivisions, au-delà de la gare la voie ferrée passe sous Longvilliers et longe à distance (kilomètre 4) la grande route jusqu'au moulin de Pierre, puis par une grande courbe gagne la rive gauche du Sillet ; elle longe le bas de la colline de Ponchon restant à niveau du sol ; au kilomètre 3, il est seulement possible de juger que la tourbe de la vallée sur 1m50 repose sur un sable fin gris. Dans la colline de Ponchon où les sables de Cuise et le calcaire grossier sont bien développés, le contact du tertiaire et du limon ne montre plus que très peu de silex, ils sont remplacés par des fragments calcaires ou gréseux empruntés aux couches sous-jacentes. Sur le plateau de Mouy, à 3 ou 4 kilomètres du puissant limon à silex que nous avons vu, la base du quaternaire est essentiellement calcaire et les silex remaniés rares. Dans les points que nous avons signalés où le limon à silex surmonte les sables de Bracheux, les lignites sont des exceptions qui ne se rencontrent que sur la bordure des affleurements crétacés ; on en doit conclure, ainsi que nous l'avons déjà fait observer dans nos recherches sur les terrains tertiaires et crétacés du Cotentin, que les débris de la base du limon sont étroitement localisés et en relation intime avec le sous-sol. Après le kilomètre 2, la voie traverse Berthecourt (altitude 63 mètres) et après deux petites courbes dans le village, la voie ferrée, toujours à peu près à niveau, va par une grande courbe passant derrière le cimetière de Berthecourt gagner la station d'Hermes au niveau du Thérain (altitude environ 48 mètres).

Derrière le cimetière dont nous venons de parler est ouverte une ballastière importante dont voici la coupe :

4. Limon rougeâtre, altéré, fendillé, réduit, argileux,	1 mètre.
Ligne de contact	
3. Limon jaunâtre calcareux	0m 70
2. Diluvium gris, sable caillouteux à silex de la craie dominants, très émoussés, zones de sable fin, grossier, ou caillouteux alternatives et limitées, gros grains de quartz verts, galets noirs très rou-	

	lés marins ; la zone de la base ne renferme que des silex remaniés de la craie à patine rouge	5 mètres.
1	Sable tertiaire un peu argileux, très glauconieux, sur	0m 40

On aperçoit quelques poches ou veines d'infiltrations limitées dans lesquelles le diluvium gris est transformé en diluvium rouge.

Il n'est pas inutile de faire observer qu'entre le limon-lehm qui surmonte le diluvium gris et celui qui surmonte à une cote d'altitude bien supérieure le limon à silex (150 m), il ne nous a pas été possible de faire de distinction. Ces dépôts sont-ils semblables ou différents? Il y a là une difficulté et un inconnu que nous avons hâte de signaler dans l'espoir que d'autres pourront les résoudre.

Dans notre revision des dépôts quaternaires du bassin de la Seine publiée dans le *Bulletin de la Société géologique* l'an dernier, nous avons développé, à cause même de cette uniformité du limon-lehm à tous les niveaux, l'hypothèse d'une submersion générale, complète, uniforme de tout le bassin, postérieure à la grande dénudation du diluvium, à la formation des vallées et à la création de tous les reliefs tels qu'on les voit aujourd'hui.

Nous avons actuellement quelques scrupules sur cette uniformité en considérant les différences si grandes d'altitude entre les points où la nappe *limon* a été observée. Sa superposition aussi bien sur le diluvium gris que sur les limons à cailloux, son mélange même avec cette dernière formation à laquelle le diluvium gris paraît avoir emprunté ses éléments, nous portent à croire à une distinction d'âge, mais jusqu'ici aucun changement dans les caractères, n'a pu permettre aucune distinction.

Séance du 20 *Décembre* 1880.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER, VICE-PRÉSIDENT

M. **Douvillé,** Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. l'abbé Barret, curé d'Amblainville, par Méru (Oise), présenté par MM. Bioche et de Lapparent.

Chapuis (Albert), boulevard Magenta, 148, à Paris, présenté par MM. A. Gaudry et Fischer.

Fayol (Henry), Ingénieur, directeur des Mines de Commentry (Allier), présenté par MM. Mallard et Brongniart.

Il annonce ensuite deux présentations.

M. **Cotteau** fait hommage à la Société du « *Catalogue des Échinides jurassiques de Normandie* » (extrait des Mémoires de la Société géologique de Normandie), et de la 44^e livraison de la Paléontologie française (*Pseudocidaris et Hemicidaris*).

M. **Cotteau** fait la communication suivante :

La section de **Géologie** *du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à* **Reims.**

Par M. **Cotteau.**

Vous m'avez fait l'honneur de me déléguer pour assister au Congrès que l'*Association scientifique française* tenait, cette année, à Reims; je vais vous rendre compte très succintement des travaux géologiques et paléontologiques présentés à la section de Géologie.

L'année dernière, au Congrès de Montpellier, j'avais été désigné pour présider cette section. A la première séance, le bureau a été complété : M. de Koninck, délégué de l'Académie royale de Belgique, a été nommé Président d'honneur; MM. de Loriol, Pomel et Peron vice-présidents, et M. Cadiot, jeune étudiant de Reims, secrétaire. Nous avons eu quatre séances bien remplies et dans lesquelles nous avons entendu plus de vingt communications appartenant aux sujets les plus variés. Je me bornerai à vous signaler quelques-unes d'entre elles.

M. Pommerol nous a lu une notice sur l'âge du volcan de Gravenoire dont il fixe l'époque, en s'appuyant sur les débris d'une marmotte qui lui paraît différer par plusieurs caractères, notamment par sa taille, de la marmotte actuelle. Les dessins qui accompagnent la communication de M. Pommerol seront reproduits dans les comptes rendus du Congrès.

M. Gauthier, professeur au lycée de Marseille, a relevé le catalogue des échinides que renferme le département des Bouches-du-Rhône. Dans ce travail, fait au double point de vue de la zoologie et de la stratigraphie, M. Gauthier passe en revue les divers étages, signale les espèces déjà connues et indique un grand nombre de types nouveaux et intéressants. L'auteur énumère également les espèces qui vivent sur les côtes et montre les rapports et différences qui existent entre les espèces tertiaires et les espèces actuelles.

M. Peron a mis sous les yeux de la section, des empreintes de pas d'oiseaux observées et moulées par M. Le Mesle dans le terrain crétacé d'Algérie, et qui, parfaitement distinctes, semblent appartenir à deux espèces d'oiseaux, l'une très grande et l'autre beaucoup plus petite. Malheureusement ces empreintes relevées isolément ne permettent pas de mesurer la distance existant entre chaque pas. Suivant M. Pomel, les plus grandes de ces empreintes paraissent appartenir à des oiseaux, mais les plus petites pourraient bien être des traces laissées par des reptiles.

En son propre nom, M. Peron nous a fait deux communications, l'une sur l'origine des cours d'eau de la Champagne, et la seconde sur le terrain crétacé des environs de Reims et les fossiles qu'on y rencontre. La craie de Reims fait partie de la zone à *Belemnitella quadrata ;* M. Peron en a fait une étude détaillée, et y a découvert un grand nombre d'espèces, qui jusqu'ici avaient échappé aux recherches, et dont plusieurs sont nouvelles.

M. Meugy nous a entretenu de quelques faits se rattachant la géologie des Ardennes et notamment de la direction des failles et de l'importance des niveaux aquifères.

M. de Loriol nous a donné le résumé du beau travail qu'il vient de publier sur les échinides nummulitiques d'Égypte. Il insiste sur l'intérêt que présentent certaines espèces et notamment les *Conoclypeus* dont la bouche est pourvue de mâchoires, tandis que les *Echinolampas* dans le voisinage desquels on les avait placés, en sont dépourvus.

M. Petiton nous a parlé du Vésuve, de ses récentes éruptions et des modifications qui s'étaient opérées dans la forme et l'aspect du cratère pendant un temps relativement très restreint ; il nous a donné des détails pleins d'intérêt sur l'organisation du chemin de fer funiculaire qui facilite, dans une si large mesure, l'ascension du volcan.

M. Chantre, en nous présentant en son nom et au nom de M. Falsan, la magnifique carte des glaciers du Rhône, nous a résumé de très curieuses observations sur la puissance de ces glaciers, sur leur extension, sur la marche qu'ils ont suivie et sur la nature des dépôts qu'ils ont successivement formés.

M. Rolland a exposé le résultat de ses observations géologiques sur le Sahara septentrional, et à l'aide d'une coupe dessinée sur le tableau, nous a fait connaître l'orographie et la constitution géologique de cette région.

J'ai moi-même communiqué quelques considérations générales sur les échinides turoniens de l'Algérie et leur comparaison avec les espèces qu'on rencontre, en France, au même niveau. Enfin plusieurs autres notices ont été envoyées par leurs auteurs qui n'ont pu assister au Congrès : MM. Berthelin, Barrois, Bleicher, Aumonier, Eugène Robert, Rivière, etc.

Ce rapport serait incomplet, si je ne vous disais quelques mots de l'Exposition d'histoire naturelle, si brillamment installée dans une des salles du lycée ; par l'importance des collections géologiques, elle se rattache directement aux travaux de la section.

Nous y trouvons d'abord, exposée par M. Jannel, une série très intéressante des terrains paléozoïques des Ardennes, depuis les schistes ardoisiers de Deville et de Haybes, jusqu'aux schistes de Frasne dans lesquels abondent les *Productus*, *Spirifer* et *Evomphalus*. Toutes les couches sont classées stratigraphiquement avec leurs roches, leurs fossiles, et les minéraux accidentels qui s'y rencontrent. Les schistes anciens de Deville à *Sertularia*, à *Oldhamia radiata*, et à *Nereites cambriensis* parfaitement caractérisés, méritent surtout de fixer l'attention.

L'Exposition de M. Peron vient ensuite : elle comprend d'abord les Calcaires de Givet dont les fossiles et notamment les gastéropodes sont si bien conservés, et l'étage carbonifère avec empreintes de végétaux ; mais la série la plus importante est celle des terrains secondaires : tous les étages de la région sont représentés par des fossiles nombreux, presque tous fort beaux, nommés avec soin, et offrant des indications précises de gisement et de localités. J'ai surtout remarqué les fossiles aptiens de Grandpré (Ardennes). Au milieu des sables ferrugineux, M. Peron a recueilli une série vraiment splendide : des crustacés presque entiers et de formes variées, des dents et des vertèbres de poissons et de reptiles, des cônes de pin, des brachiopodes, des spongiaires, des bryozoaires, et parmi les Echinodermes, un exemplaire presque complet de *Pentagonaster Dutemplei.* Je citerai également la collection provenant des couches à *Belemnitella quadrata* des environs de Reims, considérées jusqu'ici comme pauvres en fossiles, et dans lesquelles M. Peron, à force de recherches, a recueilli un si grand nombre d'espèces nouvelles ou inconnues dans la région.

A l'Exposition de M. Peron vient s'ajouter celle de notre nouveau collègue, M. Collet, de Sainte-Menehould, qui a envoyé de très beaux fossiles de la Gaize, de l'étage cénomanien, et de l'étage turonien de Valmy. Signalons un *Hamites* de grande taille et à peu près intact, un exemplaire d'*Ammonites inflatus*, muni de son appareil cornu, des fruits cénomaniens d'un aspect étrange, et parmi les petits fossiles de Valmy, des *Discoïdea infera*, montrant encore, tant leur conservation est parfaite, les plaques inégales et microscopiques qui entourent l'ouverture anale. M. Collet a joint à son exposition une carte géologique détaillée du canton de Sainte-Menehould.

L'exposition des terrains tertiaires est due entièrement à M. Lemoine dont vous connaissez déjà les travaux et qui, comme vous le savez, a recueilli, dans les environs de Reims, des richesses paléontologiques d'une nature exceptionnelle. Indépendamment des vitrines renfermant une série considérable de mollusques bien déterminés, M. Lemoine a exposé, provenant des couches éocènes, un grand nombre d'animaux vertébrés du plus grand intérêt : les petites espèces sont placées dans des vitrines; quant aux animaux les plus gros, M. Lemoine, après les avoir reconstitués à force d'études et de patience, les a moulés, appliqués sur planchette, et rangés autour de la salle. L'ensemble est vraiment merveilleux, et d'un seul coup d'œil on peut saisir la forme et l'organisation des principaux types, du *Lophiodon remense*, de l'*Hyracotherium Gaudryi*, des *Arctocyon Duelli* et *Gervaisi*, du *Gastornis Edwardsi*, du genre *Simadosaurus*, animal extrêmement curieux, aux habitudes aquatiques, participant à la fois des poissons, des crocodiles et des dinosaures, remarquable par sa grande taille, ses vertèbres biplanes et la largeur de sa queue; des crocodiles et des caïmans dont les espèces diffèrent de celles que nous connaissons, et des tortues appartenant aux genres *Emis*, *Platemis* et *Sauvagesia*.

L'Exposition renferme en outre des séries de botanique et de zoologie auxquelles M. Lemoine a contribué pour une large part; mais je n'ai point à m'en occuper ici.

En terminant ses travaux, la section de géologie a désigné notre collègue, M. Pomel, comme son président, pour le Congrès qui s'ouvrira, l'année prochaine, à Alger, au mois d'avril.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante :

Réponse aux **observations** *de M. Meugy*

Par M. **Ch. Barrois.**

Je viens de recevoir le numéro 7 (avril 1879) du Bulletin de la Société géologique, où se trouve un travail de M. Meugy intitulé : « Observations sur une note de M. Barrois, relative au terrain crétacé des Ardennes. » Je regrette de ne répondre que si tard à ces observations dont je n'ai pas eu plus tôt connaissance.

Peu de géologues ont profité plus que moi des travaux de M. Meugy; mes études dans les départements du Nord et des Ardennes, m'ont fait vivement apprécier les deux excellentes cartes géologiques de ce savant. L'estime que j'ai pour ces travaux est si grande, que ce n'est qu'après mûre réflexion que j'ai donné dans mon mémoire sur les

Ardennes des faits en désaccord avec ceux que M. Meugy avait avancés.

La partie inférieure du terrain crétacé des Ardennes est formée par diverses couches glauconieuses que j'ai distinguées et suivies en m'appuyant sur l'étude de leur faune, identifiant parfois une couche argileuse, à une couche sableuse d'une région voisine. M. Meugy n'admet ni les divisions ni les comparaisons basées sur la répartition des fossiles. il croit même (p. 450) : « qu'on arriverait ainsi aux » conclusions les plus étranges, et qu'il n'y aurait plus de géologie » possible. » Dans ces conditions, il est évident que M. Meugy ne peut admettre les zones paléontologiques décrites dans mon mémoire. Je ne défendrai donc pas ici les zones paléontologiques attaquées, malgré la constance de leurs caractères qui m'a permis de les suivre et d'indiquer leurs variations du nord de l'Angleterre au sud du bassin de Paris, et, malgré l'accord de ces divisions, avec celles qui sont adoptées aujourd'hui en Allemagne et en Angleterre.

Les géologues paléontologistes pourront d'autre part, juger de la valeur des principes sur lesquels M. Meugy s'appuie par les résultats auxquels il arrive : ainsi, il assimile les Dièves du nord à *Inoceramus labiatus* (Turonien), avec les marnes de Givron (Ardennes) à *Pecten asper*, *Ammonites varians* (Cénomanien inférieur) !

Ces « observations » publiées par M. Meugy ne sont que la confirmation des opinions qu'il avait déjà émises sur le même sujet, sans qu'il y ait de nouvelles preuves à l'appui. Je crois donc de mon côté devoir maintenir les changements proposés dans mes « Recherches sur le terrain crétacé des Ardennes », puisqu'aucun fait nouveau n'a été opposé et n'est encore venu déranger mes conclusions. Les critiques de M. Meugy s'adressent plus à la méthode qu'aux observations, et je n'ai pas ici à défendre la méthode paléontologique en géologie, devant la société géologique de France.

M. **Gillot** fait une communication dans laquelle il développe les propositions suivantes :

1° Fausseté de la théorie newtonienne de la gravitation universelle ;

2° Principe unique de toutes les forces qui sollicitent la matière pondérable dans l'univers ;

3° Fixité invariable dans le passé, dans le présent et dans l'avenir de la température de la terre. Fausseté de l'hypothèse cosmogonique de Laplace. Calcul des températures antérieures du globe. Phénomènes géologiques qui résultent de ces températures. Autres causes qui concourent à ces phénomènes ;

4° Détermination de la position des foyers polaires. Explication de l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre sur le plan de l'écliptique.

Généralité du phénomène. Explication et périodicité des époques glaciaires, diluviennes et tropicales.

M. G. **Dollfus** fait la communication suivante :

Essai sur la détermination de l'âge du soulèvement du Pays de Bray.

par *Gustave F.* **Dollfus.**

PL. III ET IV

Une observation superficielle des faits admet que toutes les couches tertiaires du bassin de Paris sont horizontales, une étude plus développée reconnaît un relèvement général sur la périphérie du bassin, enfin une étude minutieuse démontre que les assises tertiaires présentent un assez grand nombre d'ondulations, qu'elles ont subi des mouvements importants depuis leur dépôt et que leur régularité n'est qu'apparente.

Parmi ces ondulations le plissement du Pays de Bray a depuis longtemps été signalé et étudié, et c'est par son histoire que nous allons commencer une série d'études propres à déterminer les relations des ondulations crétacées avec les ondulations tertiaires, pouvant seules permettre de fixer le moment plus ou moins précis où le phénomène dynamique qui les a traduites a eu lieu, la nature de ces ondulations mêmes, leurs directions, leurs importances relatives et généralement tous les divers faits qui pourront y avoir rapport et en découler.

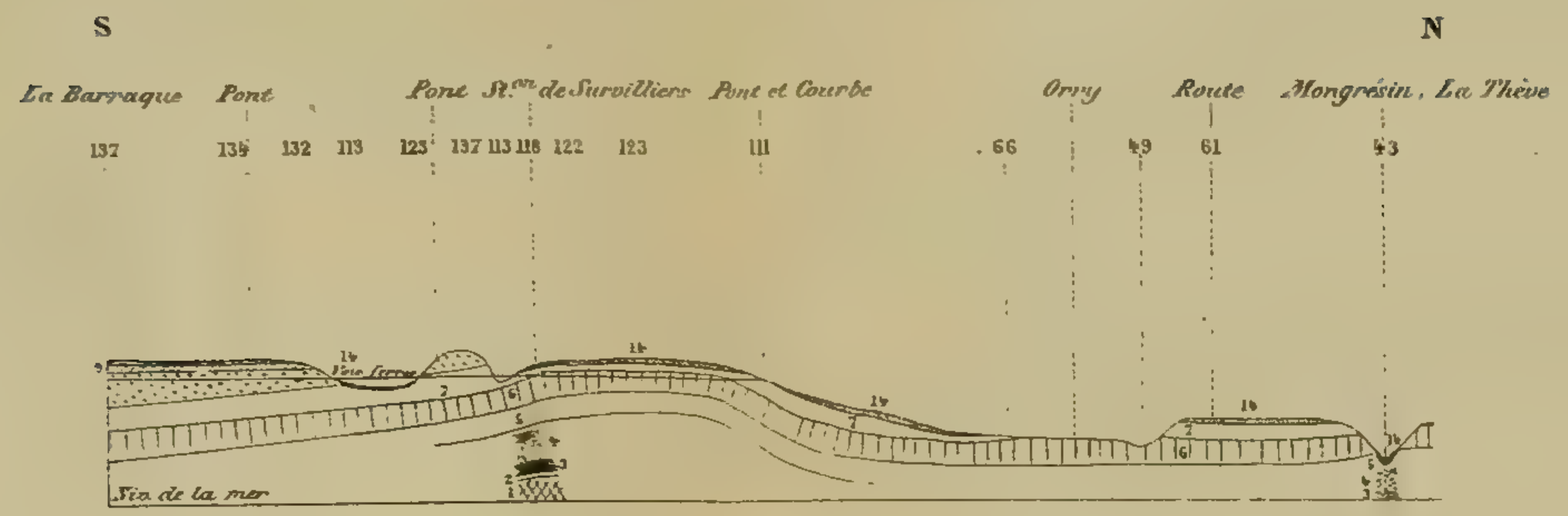
Nous croyons pouvoir établir aujourd'hui, que l'âge du soulèvement des couches du Pays de Bray est beaucoup plus récent qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent et qu'il a eu lieu, tout au moins, après le dépôt de la dernière couche tertiaire parisienne, après le Calcaire de Beauce et les Meulières, c'est-à-dire après l'Oligocène supérieur, au moins à l'époque miocène inférieure.

Nous n'insisterons pas sur la situation même du Pays de Bray et sur les couches jurassiques et crétacées qui y affleurent. Après Graves, après le dernier et remarquable mémoire de M. de Lapparent, il ne nous reste pour le présent rien à dire sur ces terrains. L'accident qui débute un peu au nord de Dieppe se prolonge dans le Pays de Bray, passe à Neufchâtel, au sud de Beauvais, etc., et paraît venir se terminer à l'Oise à Précy. Il est aligné dans une direction sensiblement rectiligne — N.-O.-S.-E. — faisant avec le méridien un angle de 130° environ. C'est tout au moins jusqu'à l'Oise seulement qu'on l'avait étudié avant nous, et c'est justement en cherchant à pour-

NOTE DE Mr G. DOLLFUS.

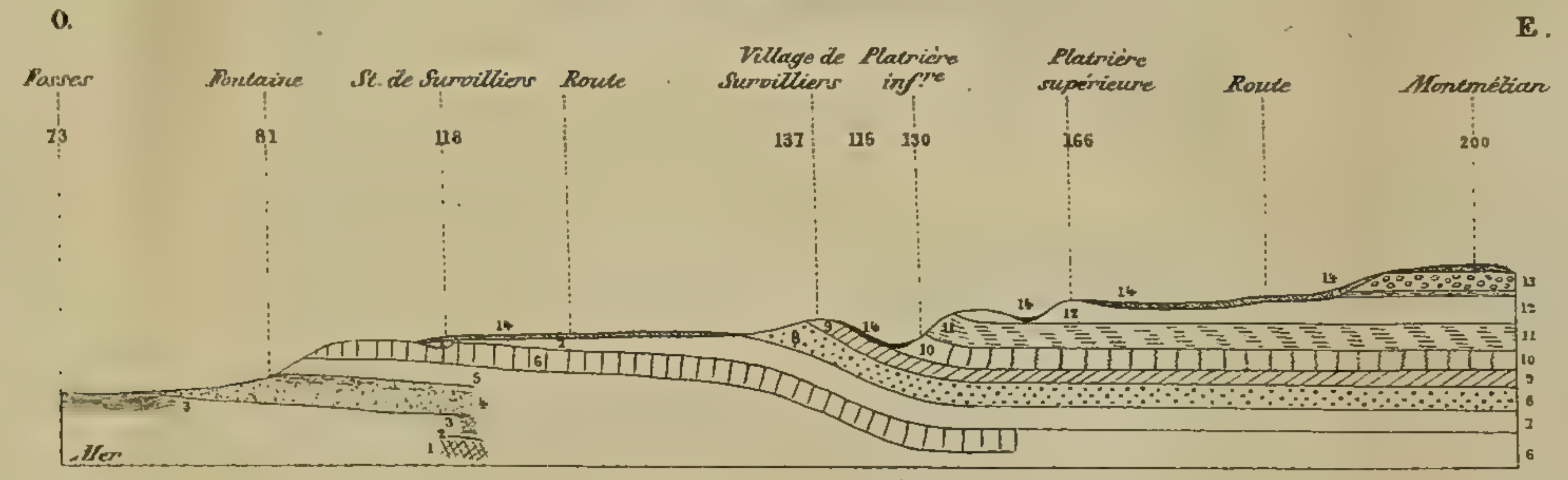
Coupe 1 — de Louvres à Orry la Ville

Echelles : long — $\frac{1}{80.000}$: haut — $\frac{1}{10.000}$


S
N
La Barraque
Pont
Pont
St.on de Survilliers
Pont et Courbe
Orry
Route
Mongrésin, La Thève
137
134
132
113
123
137
113
118
122
123
111
66
49
61
43
Niv. de la mer

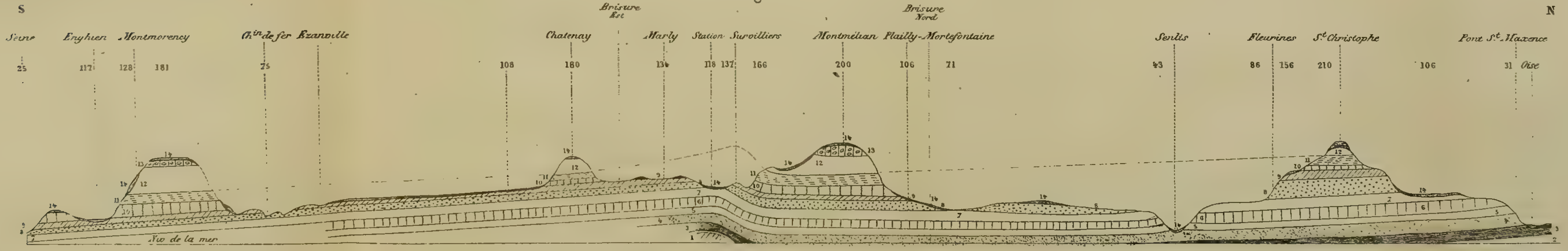
Coupe 2 — de Fosses à Montmélian

Echelles : long — $\frac{1}{80.000}$: haut — $\frac{1}{10\,000}$


O.
E.
Fosses
Fontaine
St. de Survilliers
Route
Village de Survilliers
Platrière infre
Platrière supérieure
Route
Montmélian
73
81
118
137
116
130
166
200
Mer

Coupe 3 — d'Epinay à Pont Ste Maxence

Echelles : long — $\frac{1}{160.000}$: haut — $\frac{1}{10.000}$


S
N
Seine
Enghien
Montmorency
Ch.in de fer
Ezanville
Brisure Est
Chatenay
Marly
Station
Survilliers
Brisure Nord
Montmélian
Plailly-Mortefontaine
Senlis
Fleurines
St. Christophe
Pont St. Maxence
Oise
25
117
128
181
75
108
180
134
118
137
166
200
106
71
43
86
156
210
106
31
Niv. de la mer

Légende

14 — *Quaternaire*
13 — *Meulières*
12 — *Sables de Fontenay*
11 — *Marnes supérieures*
10 — *Gypse*
9 — *Calcaire de St Ouen*
8 — *Sables moyens*
7 — *Calcaire grossier supérieur*
6 — „ — „ *moyen*
5 — „ — „ *inférieur*
4 — *Sables de Cuise*
3 — *Lignites*
2 — *Sables de Bracheux*
1 — *Craie*

BRIT
NATURAL HIS

NOTE DE Mr G. DOLLFUS.

Coupe 4 — d'Hédouville à Clermont (Oise)

Echelles : long – $\frac{1}{80.000}$: haut – $\frac{1}{10.000}$

S
N
Hedouville
Les Tuileries
Rouquerolles
Chambly
Le Mesnil
Montpereux
Morangles
Ercuis
Route
Route
Le Tillet
Cires
Mello
Therain
Rousseloy
Cambronne
Neuilly-sur-Clermont
La Brèche
52
98
152
123
119
36
44
98
94
136
120
147
154
95
146
33
91
78
124
70
46
Mer
Mer

Coupe 5 — d'Ully St Georges à Moussy le Neuf

Echelles : long – $\frac{1}{80.000}$: haut – $\frac{1}{10.000}$

N.O.
S.E.
Signal d'Ully
Grande Route (Ercuis)
Bourguevai
Précy-sur-Oise
Gouvieux
Grde Route
Coye
Station d'Orry
Route de Senlis
Survilliers
Venars
Moussy
180
150
153
130
37
25
36
102
95
40
87
95
85
129
164
200
125
118
112
+
++
Mer
Mer

Légende

14 — *Quaternaire*	8 — *Sables moyens*	2 — *Sables de Bracheux*
13 — *Meulières*	7 — *Caillasses*	1bis — *Craie à Belemnitelles*
12 — *Sables de Fontenay*	6 — *Calcaire grossier moyen*	1 — *Craie blanche*
11 — *Marnes supérieures*	5 — *Calcaire grossier inférieur*	+ — *Craie Marneuse*
10 — *Gypse*	4 — *Sables de Cuise*	++ — *Craie Glauconieuse*
9 — *Calcaire de St Ouen*	3 — *Lignites*	—

Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé-de-l'Epée 4.

suivre ce grand mouvement dans la région exclusivement tertiaire de la rive gauche de l'Oise que nous avons pu déterminer sa continuité et ses relations avec des couches de plus en plus récentes.

Dans un autre travail en préparation, nous étudierons les autres plis tertiaires et leur âge, leurs prolongements en Angleterre et les nombreux faits qui en résultent.

Nous nous bornons aujourd'hui à l'étude de l'accident principal le plus connu, le mieux visible.

I

C'est Elie de Beaumont, dès 1829, qui paraît avoir le premier examiné le phénomène du Pays de Bray, dans ses « Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe » (1). Il a rattaché la dénudation du Bray comme celle du Boulonnais et de quelques points du sud de l'Angleterre au même phénomène géologique qui a constitué les Pyrénées et les Apennins.

En 1832, Passy, dans la description géologique de la Seine-Inférieure, a publié une note due à l'amitié d'Élie de Beaumont dans laquelle, avec les mêmes mots qui seront employés plus tard, l'auteur de la carte géologique de France, indique l'âge du Bray comme postérieur au terrain crétacé et antérieur au terrain tertiaire (2). Il termine en disant :

« Tout indique que ces divers dépôts (argile plastique, etc.), se sont formés sous une nappe d'eau qui tournait tout à l'entour des protubérances crayeuses, et la manière dont les dépôts tertiaires viennent mourir en s'amincissant sur les pentes de ces protubérances dont ils ont en tant de points dessiné les contours, montre qu'elles existaient déjà pendant la période tertiaire. »

Nous citons ce passage parce que cette idée et cette démonstration illusoire paraissent avoir été conservées jusqu'à nos jours par plusieurs géologues.

Il est nécessaire d'ajouter que si nous jugeons de l'opinion de Passy lui-même, d'après sa coupe du Pays de Bray (Pl. XVII, fig. 1.), il paraît n'avoir pas compris les choses tout à fait comme Elie de Beaumont et n'admettre d'une façon étroite l'existence des formations, que là où elles existent aujourd'hui.

Il n'a pas cru au dôme central du Pays de Bray et à son érosion, il a supposé que toutes les formations étaient en retrait les unes sur les autres successivement sans jamais avoir débordé sur les plus anciennes, qu'elles s'amincissaient en s'approchant du centre sans jamais atteindre les rivages concentriques précédents amincis eux-mêmes et en recul sur les antérieurs. Cette opinion d'ailleurs absolument contraire aux faits a été combattue par Graves, qui n'en a point cité l'auteur. Pour être complets, disons enfin qu'on trouve dans Passy (p. 231), pour la première fois l'idée d'une relation entre le pli haut du Bray et la vallée basse de la Seine.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles.*

(2) P. 226 et 118.

On peut remarquer en passant combien les géologues modernes ont parfois de peine à s'affranchir des vues étroites des premiers observateurs. S'ils parviennent à des démonstrations nouvelles positives, ils en craignent la généralisation, et leur croyance en l'existence de terrains qui sont aujourd'hui hors du toucher, même en ce qu'elle a de mieux démontré, les arrête, les surprend; ils se montrent d'une timidité incroyable lorsqu'il faut en faire l'application. Nous avons vu des hommes fort capables et sincères nous présenter pour cartes des mers jurassiques, crétacées, etc., des étendues qui ne comprenaient que les seuls points actuels d'affleurement. Nous croyons qu'il faut chercher, dans le terre à terre de l'observation minutieuse, les faits qui doivent servir aux démonstrations plus grandes et aux plus vastes généralisations, et qu'une fois ces bases obtenues auxquelles on peut donner aujourd'hui un caractère de certitude presque absolue, on peut et on doit marcher résolument en avant comme fondé en droit à le faire, comme on le fait en mathématiques par des démonstrations antérieures.

En 1848, Élie de Beaumont, dans son explication de la carte géologique de France (1), a continué à indiquer comme postérieure à la craie l'époque du soulèvement du Pays de Bray.

Le même auteur, dans le 11^{e} vol. du *Dictionnaire d'Histoire naturelle* de Charles d'Orbigny, au mot de *Système de montagnes*, paru en 1849, dont un tirage à part en trois petits volumes a été fait en 1852, dit expressément (2) :

« On reconnaît que les lignes auxquelles se sont arrêtées sur la pente de l'ancienne protubérance crayeuse les assises tertiaires successives qui constituent une partie du sol des environs de Beaumont-sur-Oise, de Gisors et d'Ercuis dessinent l'ancien relief de la craie à peu près comme les courbes horizontales qu'on trace aujourd'hui sur les plans dessinent les pentes des terrains. » Après une longue discussion stratigraphique et paléontologique sur le Nummulitique du Midi, l'écrivain conclut que le Nummulitique doit être réuni à la craie et que le soulèvement du Bray contemporain de celui des Pyrénées est antérieur à l'Eocène du Nord.

---

(1) Tome II, p. 598.

(2) Tome I, p. 444.

Chose singulière, Graves dans sa Topographie géognostique de l'Oise, dont l'éloge n'est plus à faire, traite à peine cette question du soulèvement du Bray. Il adopte sans s'y arrêter, l'idée d'Élie de Beaumont, et ne la discute en aucun point, il fait une part très large à la dénudation, mais n'élève aucune objection à l'opinion classique.

Il avait bien vu cependant que les couches tertiaires ne s'amincissaient pas vers le soulèvement, qu'elles ne présentaient aucun caractère littoral sur sa périphérie, qu'elles s'élevaient même avec la craie parallèlement aux premiers contreforts de la base, etc. M. Raulin en 1843, dans sa carte géologique du Bassin de Paris a donné une section N.-S., qui coupe le prolongement de l'accident du Bray, mais qui figure à l'emplacement du pli une ascension régulière et continue de la série tertiaire absolument théorique.

Dès l'origine de ses études sur la géologie parisienne et notamment à propos du calcaire pisolithique (1), M. Hébert a adopté la théorie d'Elie de Beaumont; le Pays de Bray et ses dépendances formaient une île que contournait la mer du calcaire pisolithique, des sables inférieurs, etc.

Dans la note qu'il a publiée en 1855 sur l'extension du tertiaire moyen au nord de l'Europe, on voit le calcaire grossier aussi bien que les sables moyens contourner le Pays de Bray et le cap de Précy (2).

M. Hébert a conservé la même opinion malgré ses études sur les plissements de la craie, et il a même récemment publié une carte d'après laquelle les couches crétacées supérieures auraient contourné et non surmonté les couches crétacées inférieures au cap de Précy-sur-Oise. Cependant on lui doit la remarque qu'un mouvement des couches crétacées aurait eu lieu beaucoup plus tard et aurait affecté les couches tertiaires jusqu'au calcaire de Saint-Ouen, « qui est à 140 mètres au Guespel et à 80 mètres à Mortfontaine » (3).

Nous voyons ensuite surgir une nouvelle opinion, opinion mixte qui est partagée par un certain nombre de très bons esprits et d'après laquelle les fractures et soulèvements de l'Écorce terrestre auraient eu lieu en plusieurs fois, se seraient produits au même point à plusieurs reprises.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. V, p. 389-404, — 1848. — *Id.*, 2e série, t. VI, p. 722, — 1849.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XII, p. 760.

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 539, — 1875.

Il n'y a aucune objection théorique à faire à cette opinion, mais on est en droit, pour chaque cas particulier, de demander des preuves, et jusqu'ici, au moins pour le Pays de Bray, quoique l'opinion ait été bien des fois répétée, aucune preuve à l'appui n'a été produite.

Le Pays de Bray peut avoir été un bas-fond pendant la période portlandienne par exemple, il peut avoir été la limite plus ou moins exacte d'un sous-étage des sables moyens, le point extrême de la formation des sables de Bracheux dans une de ses parties, comme tout autre point du bassin parisien, sans qu'il y ait pour cela démonstration d'un mouvement réitéré et preuve de la répétition d'un plissement.

D'Archiac en 1849, dans son *Histoire des Progrès* (Tom. II, 2^e part.), ne paraît pas s'être intéressé au soulèvement du Bray, il parle à plusieurs reprises de l'axe du Merlerault, il donne sur les directions et les inclinaisons générales du tertiaire parisien les premières notions précises, mais n'aborde point le sujet qui nous occupe.

En 1872, M. de Lapparent (1) a donné une première opinion sur l'âge des soulèvements du Bray. Il a cru que « la formation des sables de Beauchamp avait nivelé les inégalités produites dans le sol du Sentinois, du Clermontois, du Vexin et du Thelle, par un phénomène géologique qui a affecté le calcaire grossier supérieur à Cérithes; il s'est donc cru autorisé à conclure « que le soulèvement du Pays de Bray a pris place entre le dépôt du calcaire grossier supérieur et celui des sables de Beauchamp ».

Cette conclusion que l'auteur a modifiée plus tard, était motivée par des évaluations inexactes de l'altitude des sables moyens ou plutôt par la mauvaise classification des points où ces diverses altitudes avaient été observées. La même note apportait deux faits très intéressants : La coupe de la Ville-Neuve à Cires-les-Mello, dans laquelle on voyait la série éocène inférieure et moyenne affectée par le soulèvement dans leur ensemble; et l'établissement de « l'ouverture de la vallée de la Seine comme contre-partie exacte du soulèvement du Pays de Bray ».

M. de Lapparent considérait que le Pays de Bray d'une part, et la vallée de la Seine de l'autre, sont les deux faces d'un même voussoir de l'Ecorce terrestre suivant la direction Nord 45 à 46 degrés Ouest avec une intensité inégale sur les deux faces.

Nous y voyons aussi un pli dissymétrique par pression latérale, une sorte de froncement qui présente une longue et lente berge d'ascension au S.-O., et une pente rapide et profonde de descente au N.-E., et qui, sub-parallèle à plusieurs autres plis analogues situés à des distances inégales n'est que la dépendance de tout un système plus vaste de contraction qui a couvert toute la terre d'un vaste réseau très inégal.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2^e série, t. 29, p. 235, 1872.

Dans son mémoire descriptif sur le pays de Bray publié en deux fascicules incomplets en 1873, et réimprimé en entier en 1879 (in-4°), M. de Lapparent reprend la coupe d'Ercuis-Ville-Neuve à Cires-les-Mello et conclut cette fois que le soulèvement est postérieur au calcaire de Saint-Ouen, qu'il a eu lieu entre cette formation et le gypse, qu'il est à la base de l'Oligocène. Il ne manque qu'une seule course au travail de M. de Lapparent pour avoir été complet, c'est d'avoir été s'assurer à Survilliers si le gypse lui-même, au-delà de l'Oise, n'avait pas été affecté par le pli du Bray. M. de Lapparent est d'ailleurs parfaitement d'accord avec nous et logique dans ses déductions, quand il suppose que le calcaire pisolithique, les sables inférieurs, le calcaire grossier, etc., ayant participé au mouvement, ont recouvert l'Est du Bray, et que ces diverses formations ont été dénudées, dispersées postérieurement de l'emplacement supérieur qu'elles occupaient.

Mais c'est avec quelque regret que nous voyons M. de Lapparent revenir sur l'idée de la concordance d'âge des soulèvements du Pays de Bray par la concordance à peu près géographique de l'orientation de cet accident avec celui des Pyrénées. Certes l'opinion est aujourd'hui fort différente à expliquer, le Nummulitique a pris sa place définitive dans l'Eocène, l'âge du soulèvement du pays de Bray a considérablement varié et malgré toutes ces erreurs successives corrigées et recorrigées, l'assimilation resterait la même ! Les erreurs se seraient compensées ! Ne peut-on voir là plutôt un attachement trop obstiné à une grande conception de coordination prématurée de quelques faits géologiques d'alignements trop hâtivement groupés. On oublie que l'hypothèse du synchronisme des soulèvements par parallélisme développé par Élie de Beaumont, n'est possible que si elle est soutenue par des faits, et les faits sur lesquels elle s'est appuyée autrefois, viennent chaque jour à lui manquer, il n'y a guère avec la stratigraphie contemporaine d'âge assigné au début à un soulèvement qui soit encore aujourd'hui défendable le même (1).

---

(1) M. de Lapparent signale en quelques mots (p. 176) les accidents perpendiculaires à la direction de Bray, en rappelant une note de M. Hébert sur les plis N.-E. de la craie dans le bassin de Paris, et conclut en leur fixant comme âge l'assèchement du calcaire de Beauce ; nous sommes d'accord avec lui sur ce point et reviendrons en temps et lieu sur ce sujet, mais là où nous ne pouvons le suivre,

La conclusion à laquelle aboutit notre travail est encore faite pour donner à réfléchir sur la difficulté de fixation de l'âge des soulèvements, nous concluons aujourd'hui que le soulèvement du Pays de Bray a eu lieu « après les couches tertiaires les plus récentes du Bassin de Paris », à la fin de l'Oligocène, mais quelle énorme marge il reste encore jusqu'à l'époque actuelle et combien cette démonstration est d'une faible exactitude! est-ce à l'époque du Miocène inférieur, moyen, ou supérieur qu'a eu lieu ce mouvement, est-ce pendant l'un des étages du Pliocène ou à son sommet? La série parisienne ne comprend pas de dépôts de ces âges et force nous est de demeurer actuellement dans l'indécision.

L'année 1872 fût extrêmement profitable à la dynamique parisienne; outre le travail de M. de Lapparent sur le pays de Bray, nous avons les recherches de M. Douvillé sur la faille de Vernon au sud de la Seine, dans lesquelles il a été démontré que le pli crayeux de la Seine auquel avaient participé les terrains tertiaires avait eu lieu et s'était résolu en failles « après le dépôt des Meulières parisiennes supérieures »; enfin MM. Douvillé et Potier ont observé que l'accident n'avait pas eu lieu suivant une ligne rigoureusement droite, mais qu'il déviait fréquemment, se répétait par zigzags inattendus, conclusion que nous aurons l'occasion de rappeler plus tard avec intérêt.

En 1875, M. Hébert a complété ses notes sur les ondulations de la Craie du bassin de Paris et il a maintenu la discordance des terrains tertiaires sur le Crétacé; il y a sur ce terme de « discordance » une distinction très grande à nos yeux à établir. Nous croyons qu'il faut distinguer deux sortes de discordances, celle par *ravinement* et celle par *soulèvement* des couches. Il y aurait utilité à créer un terme pour la discordance par simple ravinement qui n'a été accompagné d'aucun mouvement du sol, qui n'est pas une discordance vraie, mais, qui peut en simuler une véritable, et celle par soulèvement réel, dépôt de couches nouvelles sur la *tranche* des couches précédentes, sous un angle différent d'inclinaison de dépôt.

On pourrait dire de la première, que c'est une semi-discordance et dire que le tertiaire n'est que semi-discordant sur la craie; il s'est déposé sur une surface ravinée par émersion, mais dont les couches n'avaient pas été sensiblement dérangées de leur inclinaison de dépôt primitif. Il s'en faut d'ailleurs que la craie présente des ravinements partout où on s'est cru autorisé à lui en attribuer; comme

c'est quand il s'appuie pour conclure par leur direction de 38°, qui lui rappelle le soulèvement et l'âge des Alpes occidentales orientées de 25°, ceci est à nos yeux pour le présent pure supposition.

nous le verrons plus tard, nombre d'ondulations de la craie que les terrains tertiaires moulent dans leurs détails et dont toutes les assises ont participé aux mouvements ont été prises pour des ravinements antérieurs aux dépôts tertiaires. Pour le calcaire pisolithique, il paraît s'être déposé après des ravinements de la craie sur une vaste surface et avoir été déposé et raviné lui-même dans sa plus grande partie, partout où il n'était pas suffisamment endurci ou protégé par la craie voisine.

M. Hébert le conserve dans la période crétacée et lui fait faire le détour du cap de Précy pour relier Vigny à Laversines : or, si le Pays de Bray ne s'est soulevé que tardivement comme nous le montrons, tous ces points alors de niveau ont pu communiquer directement sur une surface quasi horizontale (1).

M. Ch. Barrois (2), dans sa remarquable thèse sur le terrain crétacé d'Angleterre, a beaucoup étudié cette question des soulèvements de la craie et de leur âge. Il a conclu pour l'axe de l'Artois que le soulèvement avait eu lieu entre l'Eocène supérieur et l'Oligocène et que c'est à cette même époque, où se déposait le Barton clay en Angleterre que l'axe de Kingsclere comme celui de l'Ile de Wight s'est formé.

M. Barrois a démontré que tous ces plissements avaient eu lieu par poussées du Sud, qui avaient fait verser vers le Nord les faisceaux des couches et qu'une poussée plus forte, dont il y a des exemples en quelques points, pouvait avoir fait dépasser aux couches la verticale et déterminé un repli des couches sur elles-mêmes. Enfin cet infatigable observateur a indiqué de très intéressants et vraisemblables rapprochements entre les ondulations des couches crétacées d'Angleterre et les plis crétacés du Nord de la France.

---

(1) Il se produit en ce moment un revirement intéressant d'opinion à propos de la classification de ce dépôt; on sait que placé d'abord dans le terrain tertiaire et trop rapproché peut-être du calcaire grossier, M. Hébert et quelques autres géologues ont cru devoir le faire descendre au sommet de la période crétacée, et la question a paru pendant vingt ans avoir reçu, grâce aux très grands efforts faits en cette circonstance, une solution définitive. Cependant la découverte du gisement du calcaire de Mons en un point où la série crétacée est complète et la série tertiaire développée depuis sa base, avec fossiles bien conservés, très analogues à ceux du calcaire pisolithique et avec affinités grandes avec le calcaire grossier, a donné à réfléchir; on s'est dit que comme stratigraphie, le ravinement supérieur au calcaire pisolithique était sensiblement équivalent au ravinement inférieur qui le sépare de la craie, et que la paléontologie n'avait pas dit son dernier mot. A première vue d'ailleurs, la faune du calcaire pisolithique est plus voisine de celle du tertiaire que de tout autre; on a reconnu depuis que les fossiles crétacés qui y avaient été rencontrés avaient un caractère remanié (*Terebratula carnea*). Les fossiles déterminés comme appartenant à la craie de Faxoë, comparés en nature ont paru dissemblables : *Cidaris Forchammeri* n'est point celui de Danemark, *Nautilus danicus* est un moule sensiblement différent.

Les Bryozoaires et Polypiers déterminés d'après Goldfuss comme crétacés, paraissent aujourd'hui après examen attentif presque tous nouveaux. M. Cotteau a fait voir que, sauf un, tous les Échinides sont tertiaires, et les Foraminifères examinés par M. Van den Broeck, sont ceux du calcaire de Mons; enfin des genres de Mollusques spéciaux, nouveaux, ont été reconnus communs aux deux assises.

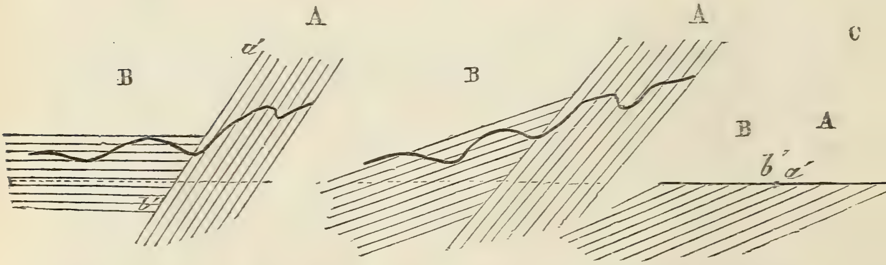
(2) Recherches sur le Terrain crétacé supérieur de l'Angleterre, in-4°. Lille, 1876.

Il a assimilé l'accident du Pays de Bray à celui de l'Ile de Wight, et nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet et de puiser à pleines mains pour notre futur travail sur les ondulations du terrain tertiaire dans le bassin de Paris dans les considérations de M. Barrois.

La démonstration de la fixation de la date d'un soulèvement nous oblige à quelques mots de théorie indispensables ; quels sont en effet, les seuls, les vrais caractères, qui permettent de fixer une date de mouvement relatif entre deux dépôts ? il nous semble que c'est seulement lorsqu'on rencontre une couche horizontale se terminant contre une autre redressée, ou mieux quand deux couches stratifiées déterminent un angle à une de leurs terminaisons, quand l'horizontalité d'un dépôt s'est modifié avant le dépôt du terrain suivant :

Une figure très simple (fig. 1) rendra sensible le fait.

Fig. 1.

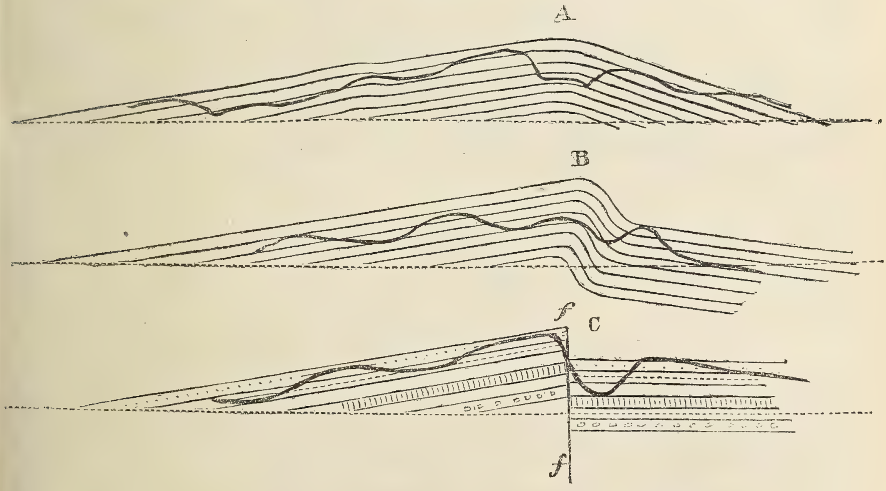


Les couches B sont dites *discordantes* sur les couches A ; le soulèvement de A a eu lieu avant le dépôt des couches B et son âge est exactement intermédiaire entre la dernière couche de A qui est *a*, et la plus ancienne couche de B soit *b*. Dans toute autre circonstance, la démonstration est incertaine ; et l'âge relatif du mouvement de A sera d'autant plus précis que les termes *a* et *b* seront plus voisins dans une série continue concordante comme C, complète dans un autre endroit. On verra que dans la série parisienne à aucune époque, à aucun moment, il n'est donné d'observer des couches relativement l'une à l'autre comme A est avec B, toutes les couches sont redressées comme en A, la série B est inconnue, à aucune époque aucun comblement, aucun nivellement par couches horizontales contre couches redressées n'a été observé, mais bien tous les passages continus et toutes les inclinaisons successives intermédiaires.

Il importe en effet de remarquer en terminant que l'effort mécanique de soulèvement a eu son point maximum en un lieu déterminé, et que les effets du soulèvement vont en diminuant et disparaissant à mesure qu'on s'éloigne du point d'application où la force a agi. L'inertie des masses s'opposant à la propagation des poussées a déterminé le point d'arrêt des efforts.

La figure 2 donnera un profil général des plissements dans le bassin de Paris et du résultat des efforts de poussée.

Fig. 2.



Trois cas principaux peuvent se présenter :

1° Le pli est une simple voûte à fentes sensiblement symétriques comme en A ;

2° Le pli est brusque, localisé, dissymétrique comme en B ;

3° Le pli est rompu, brisé en faille, *f*, résolu en cassure comme en C.

Ces trois cas se présentent à la fois dans le soulèvement du Bray ; la voûte est simple vers Auneuil, A ; elle est brusquement plissée à Survilliers, etc., B ; elle a crevé en faille à Songeon, Noailles, C. Dans les figures, les traits ondulés indiquent schématiquement les divers profils actuels aux mêmes lieux, tels qu'ils ont résisté à la dénudation.

On conçoit, en effet, que la dénudation a postérieurement affecté d'une facon particulière le terrain ainsi plissé, l'a creusé, raviné et a particulièrement porté ses coups sur les parties les plus saillantes, c'est aussi dans les points les plus élevés que la série est la moins complète, et dans les replis bas synclinaux que la succession s'est bien conservée. Survilliers et généralement les buttes de la colline de Dammartin sont justement placés sur le flanc Nord d'un revers à plongement rapide et à protection efficace (1).

Il n'est point possible d'admettre que le bassin tertiaire anglo-parisien, se soit formé de plusieurs bassins parallèles à des altitudes diverses séparées par des arêtes crayeuses, ou que des caps avancés aient divisé en plusieurs sous-bassins l'étendue principale, car ainsi que nous le montrerons, on retrouve des deux côtés des accidents des successions identiques, formées sous des profondeurs d'eau semblables, des détails de stratigraphie prolongés à grande distance que le moindre changement géographique aurait affecté ; dans toute l'étendue du bassin les modifications locales sont si peu sensibles et si bien ménagées, qu'il n'est possible, ni de placer une séparation de mer ni d'imaginer une subdivision de bassin.

II

A. — LIGNE DU CHEMIN DE FER DU NORD

La ligne du chemin de fer du Nord s'élève en s'éloignant de Paris, au-delà de Saint-Denis, d'une façon régulière et continue; la montée devient plus rapide vers Goussainville et Louvres, et la voie reste constamment dans l'assise des sables parisiens moyens ; nous avons déjà donné ailleurs quelques détails sur cette région et nous ne nous y arrêterons point (2), elle arrive à son point maximum d'altitude un peu après La Barraque sur la commune de Marly-la-Ville vers le kilomètre 25, 7.

Au-delà de ce point, la voie ferrée commence à descendre au Nord, mais les couches géologiques continuent à monter. A La Barraque, la tranchée du chemin de fer est ouverte dans le sommet des sables moyens et dans la base du calcaire de Saint-Ouen. Dans la tranchée de Survilliers on coupe en contre-pente la partie moyenne et inférieure des sables moyens ainsi que le sommet des caillasses du calcaire grossier qui plongent au Sud.

---

(1) Ramsay. *Physical geogr. of Great Brit.*, p. 68.

(2) Nouvelles coupes prises dans les Sables parisiens moyens. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VIII, 1879.

Ces caillasses présentent la coupe suivante :

COUPE 1. *Caillasses de la tranchée de Saint-Ladre, — altitude supérieure* 125 *mètres, kilomètre* 29.

Sables moyens.		Sable blanc et jaune très puissant.	
		Filet de sable verdâtre	
		Filet de marne verdâtre	
C. IV	*a.*	Calcaire dur, siliceux, tabulaire, continu, avec *Cérith. denticulatum*.	0.15
C. III	*f.*	Marne très blanche	0.25
	e.	Calcaire dur, siliceux.	0.15
	d.	Calcaire dur, fragmenté en petits cubes	0.03
	c.	Marne blanche à panachures jaunes, granuleuse, passage au calcaire siliceux par places.	0.40
	b.	Calcaire siliceux, très dur.	0.20
	a.	Marne couleur crème	0.40
C. I.	*a.*	Calcaire dur à milioles, natices, cérithes, etc.	0.15
B. IV	*f. i.*	Marne blanche et jaune avec calcaire siliceux fragmentaire.	1.00
	e.	Calcaire fragmentaire à cérithes indét. petits et longs	0.20
	a. d.	Marne blanche crasseuse irrégulière	0.90
B. III	*d.*	Calcaire siliceux, jaune, fragmentaire	0.15
	c.	Calcaire tubulaire, siliceux, sec	0.12
	b.	Marne jaune	0.20
	a.	Calcaire tubulaire à *Corbules, Cérithes* etc., fin, sec, très dur	0.25
B. II	*b.*	Marne blanche et jaune à rognons creux et silex.	0.10
	a.	Filet de marne blanche plastique, granuleuse	0.02
B. I (pars) :	*f.*	Calcaire siliceux, fragmentaire à cérithes et corbules.	0.40
	e.	Filet marneux, verdâtre	0.02
	d.	Calcaire siliceux fragmentaire très dur, gris fumée celluleux avec *Cérithes*.	0.30

On ne voit point au-dessous, mais la série des caillasses continue certainement et se relie avec une faible lacune à la coupe qu'on verra un peu plus loin. Nous avons donné à ces couches les notations d'une classification générale des caillasses en préparation qui est sans changement bien notable la même que celle adoptée pour les couches de Méry-sur-Oise.

Les couches B sont régulières et d'une analogie complète avec la coupe de détail la plus voisine qui est celle que nous avons donnée du puits de Montsoult (1).

---

(1) Sur un sondage exécuté à Montsoult et sur la voie ferrée jusqu'à l'Isle-Adam. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 583, 1878.

L'analogie se poursuit en C. I, qui est une couche marine générale dans le bassin, mais au-dessus et jusqu'aux sables moyens, comme à Montsoult il y a toute une série de calcaires siliceux et de marnes blanches, qu'il est presque impossible d'assimiler rigoureusement avec la série type de Méry-sur-Oise. Le petit nombre de bonnes coupes connues dans cette série C rend la discussion des sous-assises qui la composent jusqu'ici peu précise ; ces couches ne renferment point de matériaux utiles, et seuls les grands travaux publics peuvent les faire apparaître au jour, les carrières à ciel ouvert ne les atteignent jamais en décomble, il en résulterait une main d'œuvre trop élevée et inutile.

Continuant notre marche vers le Nord, la voie continuera à descendre assez rapidement dans la même direction et voici quelques-unes de ses cotes d'altitude.

Kilomètres.	29.4	114.88	terminaison nord de la tranchée de Saint-Ladre.
«	29.650	114.62	station.
«	29.8	114.	pont supérieur, tranchée.
«	30.	113.18	
«	30.2	111.940	hauteur maximum de la tranchée.
«	30.4	110.940	
«	30.9	108.500	fin de la tranchée.

La voie de garage entre la station et le pont supérieur, nous a fourni la coupe suivante :

COUPE 2. *Station de Survilliers.*

	Limon puissant Blocaux calcaires démantelés	2.10
A. III	27 Calcaires en plaquettes, un peu marneux à *cerith. cristatum* et *Megalostoma mumia.*	0.30
A. II	26 Calcaire à Milioles fin, jaunâtre en 3 délits	0.50
	25 Calcaire grossier à *Cérithes* et quelques autres fossiles	0.40
	24 Calcaire fin, dur à *Cerith. lapidum*	0.60
Calcaire grossier moyen.	22-23 Calcaire grossier à Milioles, tendre, à tubulures renfermant des grains plus gros, blanc et friable au sommet sur 0.20	1.50
	Orbitolites complanata, *Terebellum convolutum.*	

Nous avons attribué à ces couches la numération et la classification des couches que nous avons décrites identiques à Méry-sur-Oise (1), elles donnent le contact du calcaire grossier moyen et du calcaire grossier supérieur.

---

(1) G. Dollfus et G. Vasseur. Coupe géologique du chemin de fer de Méry-sur-Oise. *Bull. Soc. Géol.*, 3ᵉ série, t. V, p. 243. 1878.

Si on suit ces divers lits dans la tranchée Nord, pas à pas, on s'étonne au bout d'un moment de ne plus les voir monter en contrepente de la voie, toutes les couches lui sont devenues parallèles, or comme la voie descend et accentue même son inclinaison, il en résulte que les couches descendent aussi rapidement.

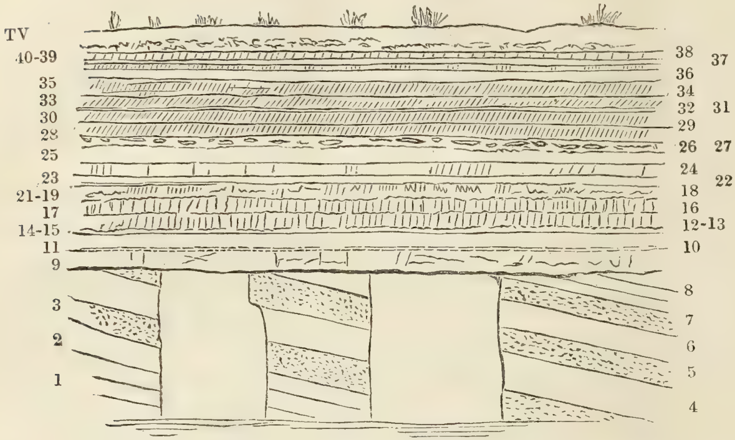
A l'issue de la tranchée, la voie ferrée fait un brusque détour vers l'Ouest, par une courbe de 1,000 mètres de rayon sur 842 mètres, c'est qu'elle ne peut continuer en ligne droite par suite d'une chute trop rapide du sol naturel.

Au point de vue géographique, cette descente de la Chapelle-en-Serval et d'Orry est fort intéressante, on perd en quelques instants jusqu'au niveau de la Thève tout ce qu'on avait longuement et péniblement monté depuis Saint-Denis. Les couches géologiques suivent et accompagnent en tous points ce mouvement du sol. Le calcaire grossier accentue le plongement que nous avons vu commencer dans la tranchée, forme une voûte immense et descend dans la plaine d'Orry. A quelques mètres en contrebas de la voie, au passage inférieur du chemin de Fosses à la Chapelle-en-Serval au kilomètre 31.1, vers 101 mètres d'altitude, une excavation pour le marnage des champs a montré les marnes blanches et vertes des caillasses ; à Orry, une carrière à l'entrée du bois, à 75 mètres environ d'altitude, a fourni un calcaire à *Potamides* du même niveau. L'affaissement régulier et continu des couches ne peut laisser place à aucun doute.

Une double carrière située sur Orry-la-Ville, au lieudit la Fontaine d'Orry donne une coupe assez complète du calcaire grossier, moyen et supérieur; on y observe à la base un calcaire grossier à Milioles normal exploité souterrainement sur 3 à 4 mètres de hauteur pour pierres de taille et qui paraît plonger de 12 degrés environ au Nord-Est, au-dessus on voit et tranchant horizontalement sur les assises à fissures biaises inférieures un calcaire dur, fin, un peu siliceux en un banc massif qui supporte une longue série d'autres couches qui sont toutes horizontales et variées. Le croquis suivant fera ressortir ces allures différentes.

COUPE 3. *Coupe de la première carrière d'Orry-la-Ville* (fig. 3).

Fig. 3.



Voici la nomenclature de toutes les couches visibles de haut en bas.

T. V.			Terre végétale limoneuse avec fragments calcaires démantelés à la base.	
C. I.	*e.*	N° 40.	Calcaire grisâtre, dolomitique, cristallin, fossilifère	0.30
	d.	39.	Calcaire en plaquettes brisées analogue à 40	0.30
	c.	38.	Calcaire dur, dolomitique, avec milioles et fossiles. *Cerithium denticulatum*, *Cytherea elegans*, *Cardium obliquum*, *Stylocœnia monticularia*, *Sportella*, *Anomia*, *Corbula*, *Natica*, *Cerithium*, etc.	0.20
	b.	37.	Calcaire tabulaire dur, sans fossiles	0.07
	a.	36.	Calcaire dolomitique celluleux à milioles	0.45
B. IV.	*i.*	35.	Filet argileux vert.	
	h.	34.	Calcaire siliceux, dolomitique, à Cérithes	0.30
	g.	33.	Filet argileux très mince.	
	f.	32.	Calcaire dolomitique à *Cerithium lapidum*	0.15
	e.	31.	Filet argileux vert ou blanchâtre, quartz carié	0.04
	d.	30.	Calcaire siliceux fragmentaire	0.40
	c.	29.	Marne en filet mince.	
	b.	28.	Calcaire dur, sec, dolomitique	0.25
	a.	27.	Filet argileux.	
B. II (1).	*a.*	26.	Calcaire marneux, blanc ou jaune tendre avec silex noirs durs, fossiles nombreux très écrasés, mais avec leur test (*Cerith. lapidum*, *Lucines*), composition minéralogique et épaisseur variables	0.20
B. I.	*a.*	25.	Calcaire siliceux dur développé par places aux dépens de 26 sans fossiles	0.60

---

(1) B. III. Le calcaire à Corbules manque ici; il est visible très peu plus loin.

A. IV.	*b.*	24.	Calcaire fin, en tablettes, avec empreintes de Cérithes	0.30
	a.	23.	Calcaire fin à Cérithes à test farineux, aminci, etc.	0.10
A. III.	*j.*	22.	Filet argileux, vert très mince.	
	i.	21.	Calcaire marneux impur	0.20
	h.	20.	Calcaire siliceux très dur avec quelques Cérithes.	0.15
	g.	19.	Marne blanche	0.08
	f.	18.	Argile verte ou brune en filet fin.	
	e.	17.	Marne blanche cassante	0.20
	d.	16.	Argile verte ou brune, mince.	
	c.	15.	Calcaire blanc marneux	0.16
	b.	14.	Calcaire siliceux sec	0.30
	a.	13.	Filet d'argile verte.	
A. II.	*d.*	12.	Marne blanche calcaire, impure, ondulée, 0.09 à	0.15
	c.	11.	Calcaire dur à *Cérithium cristatum*, en 3 délits sub-égaux	0.45
	b.	10.	Calcaire pulvérulent à milioles	0.10
	a.	9.	Calcaire dur à *Turritella fasciata*, *Cérithium cristatum*, *Cytherea*, etc. (surface ferrugineuse)	0.40

N^os^ 1 à 8. — Calcaires à milioles fin, à délits parallèles, fossiles marins rares, quelques débris végétaux.

Les bancs observés ont respectivement :

N° 8	0.40	N° 4	0.80
7	0.40	3	1.00
6	0.60	2	1.20
5	0.60	1	1.40

La même couche renferme ailleurs : *Cardium aviculare*, *Lucina concentrica*, *Arca*, *Modiola*, *Anomia*, *Orbitolites complanata*.

Aux carrières de Comelle, situées à l'ouest du Moulin d'Orry et de Montgrésin, les bancs de calcaire à milioles sont également inclinés, ils paraissent plonger également au Sud; mais le règlement général de la masse est moins bien visible, des biseaux et des amincissements s'observent en sens contraire. La série du calcaire grossier supérieur, des caillasses, est presque identique à ce qu'elle est à Orry. En voici un aperçu :

COUPE 4.

C. I.	38.	Calcaire massif à milioles, dolomitique, avec polypiers.	0.60
	37.	4 tablettes de 0.04 très dures	0.16
	36.	Calcaire fin normal (Liais) assez tendre	0.30
B. IV.	35.	Filet argileux vert et quartz carié très beau	0.10
	34.	Calcaire siliceux impur, irrégulier	0.60
	32-33.	Marne blanche et calcaire siliceux	0.60
	31.	Filet argileux brun, vert, jaune ou blanc	0.06
	30.	Calcaire siliceux à Cérithes	0.30
	29.	Filet argileux noir mince.	
	28.	Calcaire siliceux pétri de Cérithes (abondance toute locale)	0.30
	27.	Marne et silex cariés.	

B. III.	0.	Calcaire siliceux avec quelques Cérithes	0.25
		Calcaire dur, sonore, parfois à cassure bleuâtre (très apprécié), Corbules abondantes	0.55
B. II.	26.	Marne à silex noirs irréguliers à fossiles pourris	0.10
A. IV.	24.	Calcaire fin à Cérithes (Liais), bien continu, assez dur.	0.08
		Plaquettes fragiles à *Cérithium lapidum*, avec test	0.08
	23.	Calcaire fin blanc (Liais) miliolitique	0.10
A. III.	21-22.	Calcaire siliceux très sec	0.10 à 0.20
	18-20.	Marne blanche et calcaire siliceux	0.15 à 0.20
	15-17.	Calcaire siliceux sec, dolomitique par places, zones irrégulières de milioles et de Cérithes	0.35
	13-14.	Calcaire siliceux gris, sec	0.15
		Délits marneux entre ces divers bancs.	
A. II.	11-12.	Calcaire grossier normal, sableux, jaune fossilifère.	0.30
	10.	Calcaire à Cérithes	0.60
	9.	Calcaire à Cérithes et Turritelles	0.40
	N° 8.	Calcaire à milioles fin, tendre, jaune-crème, granuleux, etc.	4.00

Il importe d'observer, ce qu'il est très difficile de rendre dans chaque coupe, que les marnes blanches passent au calcaire siliceux à 0.50 de distance, et que les filets marneux qui s'intercalent disparaissent parfois à un court intervalle pour reprendre un peu plus loin avec des variétés de colorations vraiment bizarres.

Une comparaison minutieuse des couches dont je viens de donner les listes avec celles qu'on peut observer aux environs immédiats de Paris, montre que la succession est bien la même et que la classification générale que nous avons proposée à propos de la coupe de Méry-sur-Oise leur est applicable. En utilisant la nomenclature donnée par M. Michelot pour les couches inférieures, on voit en résumé qu'au-dessus du calcaire à milioles on a un premier groupe formé de divers lits plus ou moins saumâtres, nommés *Banc vert* (A. III), insérés à la base et au sommet par deux sous-groupes marins solides équivalents, nommés respectivement : à la base, *Saint-Nom* (A. II), et au sommet, *Cliquart* (A. IV); la subdivision de ces groupes peut prendre la suite des petites lettres *a b c*... J'ai réservé le terme A. I. pour des couches irrégulières accessoires qui peuvent s'intercaler au-dessous du Saint-Nom. Le groupe suivant des caillasses donne au contraire un double sous-groupe marin inséré dans deux grands sous-groupes saumâtres. A la base, B. I. est dit *Bancs-francs ;* ce sont des calcaires siliceux durs coupés de filets argileux ; au centre, B. II. et B. III. sont les lits marins à *Lucina Saxorum* et à *Corbules*, les uns à composition variable et à silex noirs caractéristiques, les autres représentés par des calcaires minces, normaux, à plaquettes couvertes d'empreintes. B. IV. est un ensemble symétrique dont la disposition et l'épaisseur sont caractéristiques : 2 lits de marne ou calcaire siliceux, puissants relativement aux autres lits des caillasses, sub-égaux, sont séparés par un lit d'argile verte ou diversement colorée avec quartz carié, etc. Comelle est le premier point où j'ai vu des fossiles (*Cérithium lapidum*) dans ces couches.

Le groupe supérieur des caillasses, C., n'est visible à Orry et Comelle qu'à sa base, en un calcaire à polypier, horizon d'une netteté continue bien utile ; les autres sous-groupes supérieurs sont invisibles. D'après le terrain, ils ont au moins l'épaisseur qu'on leur voit à la tranchée de Saint-Ladre et que nous avons déjà appréciée.

Quoi qu'il en soit de ces subdivisions et de ces minimes rapprochements, on aura pu juger de l'unité de l'ensemble de la formation, malgré la variété des détails, et on croira avec nous que toutes ces couches se sont formées dans un même bassin, sous des profondeurs d'eau équivalentes.

Reste à expliquer la discordance apparente que semble présenter ici le calcaire grossier supérieur avec le calcaire grossier à Milioles, nous avons cru nous-mêmes à une discordance réelle lors d'un premier examen, mais bientôt nous avons observé des lits coquilliers continus à travers les pentes obliques, et reconnu qu'il s'agissait simplement d'un laminage par pression, d'une série de fractures obliques et parallèles dues à une poussée latérale, qui avait agi sur la masse homogène du calcaire grossier à Milioles comme elle a agi sur la haute masse gypseuse, en déterminant des lignes de fausse stratification, le même phénomène n'apparaissant pas dans les caillasses ou dans les marnes supra-gypseuses, ces assises renfermant des couches de nature très différentes les unes des autres, qui ont pu glisser les unes sur les autres ou présenter une résistance plus grande à l'action mécanique.

Ce laminage du calcaire grossier à Milioles, se prouve d'autant mieux que si on ajoutait l'un au-dessous de l'autre l'épaisseur de tous les bancs visibles, qui paraissent plonger les uns sous les autres on arriverait à une épaisseur énorme, à une épaisseur qui devrait faire surgir dans l'étendue des deux carrières le calcaire grossier inférieur, tandis que l'exploitation dans un des côtés comme dans l'autre est dans la même qualité de pierre, dans les deux mêmes bancs du calcaire à Milioles supérieur tels qu'on les exploite partout où le calcaire grossier est exploité.

Plus au Nord, sous la forêt de Chantilly, le calcaire grossier paraît sensiblement horizontal, plus au Nord encore, il recommence à s'élever vers le Nord.

L'examen du même phénomène nous conduit encore à une autre conclusion, c'est que les mouvements du sol s'atténuent en se propageant et que tel phénomène, par exemple, qui dans la profondeur pourra donner lieu à une faille de cent mètres d'amplitude, entre deux couches, pourra ne plus produire à la surface du sol qu'une faille de 30 à 40 mètres d'importance ; il se produit une sorte de faux comblement par la chute inégale et le foisonnement des couches tombées qui atténuent la valeur de l'accident après une grande épaisseur.

B. COUPE PAR LE VILLAGE DE SURVILLIERS.

Si on prend pour point de départ en se dirigeant sur le village de Survilliers la station du chemin de fer dont l'altitude et la coupe géologique sont déjà connues, on marche d'abord sur une région plate qu'un limon épais, calcareux à la base, cache aux investigations. On traverse la grande route de Paris à Senlis et quelque cent mètres après, on commence à observer sous le limon des blocs tabulaires énormes de grès démantelés, tombés à un niveau très bas au-dessous de leur site réel par la dénudation des couches arénacées qui les supportaient.

Si avant de commencer la montée du village on se détourne un instant à gauche, on voit un ravin assez profond, et dans les berges d'un chemin d'exploitation qui en suit le flanc, affleurent les sables moyens sur une forte épaisseur.

D'après la coupe du chemin de fer et en considérant qu'on s'est élevé d'environ 5 à 7 mètres, on pourrait se croire encore dans les caillasses, tandis qu'on est en réalité par suite de l'abaissement des couches dans la partie moyenne des sables moyens.

Les hautes berges du chemin inférieur montrent dans un joli développement la faune du Guespel et ce gîte serait certainement connu des collecteurs de fossiles si le type placé si près n'était pas si magnifique en fossiles tout dégagés.

On peut résumer ainsi la coupe de ce ravin :

COUPE 5.

3. Sable blanc puissant avec lits ligniteux jusqu'à l'altitude de. . .	136 m.
2. Sable jaune calcareux à faune de Guespel à. . . . . (Épaisseur 1.40.)	130 m.
1. Base visible du sable blanc au fond du ravin à	118 m.

Le contact du Saint-Ouen est peu au-dessus.

Dans un petit bois également à gauche sous le parc de Survilliers, on voit les sables moyens, partie moyenne, exploités sur 5 mètres environ, ils sont assez fins, blancs, traversés de zones ligniteuses grises ou noirâtres et surmontés d'un banc de grès de 0^m 50 d'épaisseur environ, mamelonné à sa surface, qui forme un horizon continu, sous les fossés du parc ; ce banc de grès paraît immédiatement inférieur aux marnes du calcaire de Saint-Ouen.

Si nous revenons à la montée du village, nous observons sur la droite d'anciennes excavations au même niveau, aujourd'hui comblées, et où les grès moyens supérieurs ont été autrefois extraits. Le village même, vers 138 mètres, est sur le calcaire de Saint-Ouen, qui va en s'épaississant et plongeant vers le ravin de l'Église.

Derrière le village de Survilliers, règne un vallon marécageux qui ne permet aucune observation, mais en face, à la base du coteau de Saint-Witz, est ouverte une plâtrière souterraine qui attaque la haute masse gypseuse vers son sommet et une route de voiture souterraine plonge en biais sous le coteau pour faciliter l'extraction des parties plus basses de la même masse.

Tout travail a cessé dans cette plâtrière, car les bancs disloqués et fendus rendaient très dangereuse l'exploitation toute primitive, qui est encore en usage aux environs de Paris ; les bancs plongent avec des inclinaisons diverses vers le Nord-Est, aucun étai de bois ou de maçonnerie ne soutient la voûte, on laisse au sommet un toit de gypse de 1^m à 1^m50, et de places en places de gros piliers. Souvent le ciel ou toit s'effondre dans la carrière et il se produit un éboulement dans lequel s'engouffrent tous les terrains supérieurs, il en résulte à l'extérieur une sorte de creux en entonnoir qu'on nomme « fondis ».

Les fondis sont très dangereux, il peut arriver à tout instant pendant qu'on les explore, de nouveaux éboulements ou glissements inférieurs ou supérieurs. Mais ils permettent d'observer en gros la succession des couches supérieures au gypse.

Le petit bois et les prairies du coteau supérieur de Survilliers sont remplis de « fondis » ; ils montrent successivement des marnes bleuâtres au contact du gypse, plus haut des marnes blanches, enfin des argiles feuilletées vertes à *Cerithium plicatum* avec zones calcaires à *Nystia Duchasteli ;* divers horizons de molasse et une zone d'*Ostrea cyathula* se voient au sommet.

Ces mêmes couches se revoient en affleurements à la montée de Survilliers à Saint-Witz, sur le bord de la route ; on rencontre d'abord des affleurements de marne blanche et verte à la même altitude où on a observé le calcaire de Saint-Ouen dans le village de Survilliers, puis plus haut les argiles vertes qui créent à mi-côte un niveau d'eau très inattendu, et au-dessus on entre dans un sable fin jaunâtre, ferrugineux qui est celui de Fontenay.

On arrive ainsi au sommet du premier coteau de Survilliers-Saint-Witz à un puits profond de plâtrière, à la cote 164 mètres de la carte de l'État-major.

Ce puits descend à travers les sables supérieurs et les marnes supra-gypseuses jusque vers la base de la première masse, la base même du gypse n'est point connue ni atteinte par les ouvriers, la masse est exploitée sur 10 mètres environ de hauteur, on réserve 1 mètre à 1^{m} 50 de toit et des gros piliers pour soutiens, puis les galeries avancent de divers côtés à l'aventure. Les bancs sont bien réglés, ou plutôt la masse est si unie qu'il est difficile d'y observer aucun plongement ni accident; quelques fentes du haut en bas traversent toute l'épaisseur; elles sont ondulées et enduites sur leur parois d'un dépôt gypseux produit par dissolution et évaporation des infiltrations aqueuses supérieures.

Vers Saint-Witz, la colline s'élève encore, mais on reste continuellement dans les sables, ce n'est que tout à fait en haut, au signal de Montmélian que la meulière se rencontre.

Voici un résumé des altitudes et des couches observées dans cette coupe.

Station de Survilliers	116 m.	Calcaire grossier moyen et supérieur.
Carrefour de la route	122.	Caillasses.
Bas de la montée de Survilliers	125.	Sables moyens.
Village de Survilliers	138.	Calcaire de Saint-Ouen.
Fond du ravin de l'Eglise. . .	125.	Marnes infra-gypseuses ?
Bas du coteau de Survilliers-Saint-Witz	127.	Gypse.
Voûte de l'entrée de la plâtrière.	130.	Sommet du gypse.
Milieu de la montée.	150.	Sables de Fontenay.
Orifice du puits	164.	Sables de Fontenay.
Fond du puits.	109.	Base de la première masse?
Sommet de l'exploitation souterraine.	120.	Sommet de la première masse.
Montmélian.	190.	Base des meulières.
Pied du signal.	200.	Limon.

C. Observations sur les environs a l'est.

La descente du chemin de Survilliers à la Chapelle-en-Serval est intéressante : au niveau et non loin du cimetière de Survilliers, d'anciennes carrières à pavés montrent le contact des sables moyens et du calcaire de Saint-Ouen, si on suit le chemin indiqué qui descend très rapidement, ce contact reste sensiblement à niveau ; à la cote 114 on coupe les marnes à *Limnea longiscata* de couleur jaunâtre alternant avec des lits de calcaires durs à dendrites ; à 110 mètres d'altitude, on rencontre un banc de grès dur à pavés, sommet des sables moyens de 0^{m} 40 d'épaisseur, surmontant une douzaine de mètres de sables blancs ; c'est le même banc de grès qui est à

136 mètres à la descente de Survilliers à la station. Au-delà, on reste constamment dans des sables blanchâtres fins, jusqu'à 92 mètres où le sol de la route change le long d'un petit bois et où on paraît atteindre les caillasses. Le chemin se rapproche ensuite rapidement de la grande route qui est sur le calcaire grossier. Nous constatons encore ici sur un parcours de deux kilomètres environ, une chute des couches de 24 mètres. On peut évaluer le contact des caillasses et des sables moyens à 116 mètres sur la route de Survilliers et nous l'apprécions ici à 92, rappelons enfin que ce même contact est à 125 mètres dans la tranchée de Saint-Ladre soit 33 mètres de chute en 3 kilomètres ce qui est énorme pour nos couches parisiennes. Cette descente permet aussi d'évaluer quelques épaisseurs.

Sables moyens environ	20 m.
Calcaire de Saint-Ouen	11 m.
Gypse	13 m.

Voici pour compléter, quelques cotes d'altitude de la base du calcaire de Saint-Ouen sur une ligne à peu près Sud-Nord.

La Barraque	130 m.
Le Guespel	137 m.
Village de Survilliers	135 m.
Cimetière	129 m.
Route de Survilliers à la Chapelle-en-Serval	127 m.
Au-delà de la Chapelle vers Plailly	98 m.

En tournant au Nord de nos collines gypseuses, nous croyons qu'il faut rapporter aux sables de Monceaux infra-gypseux un affleurement situé à l'Est de la commune de Plailly sous un petit bois qui avoisine la cote 113 de l'Etat-major; ce sont des grès verdâtres de formes bizarres, un peu ferrugineux, roussis, sans fossiles qui s'élèvent à la cote 115, c'est-à-dire au-dessus des calcaires de Saint-Ouen, qui occupent en cet endroit l'épaisseur de 100 à 113 mètres environ. Une excavation voisine à 118 mètres à la limite des départements de l'Oise et de Seine-et-Oise ne nous a montré sur 3^{m}50 de profondeur que des marnes gypseuses éboulées de couleurs et de compositions variées avec sables supérieurs mêlés et contournés de la façon la plus bizarre.

Il faut citer à la cote 99 dans la même région sur le chemin de la Chapelle-en-Serval à Plailly, qui traverse tous les sables moyens, une bonne coupe donnée par une tranchée de la route :

COUPE 6.

5. Terre végétale	0.30
4. Marne blanche fine	1.00

3.	Grès tabulaire	0.20
2.	Sable jaunâtre à *Avicula fragilis*, Cérithes, *Fusus* et autres fossiles abondants et bien conservés	0.30
1.	Sable fin, blanc ou gris sans fossiles	3.00

Nous insisterons un instant sur le détail du contact même des sables moyens et du Saint-Ouen ; dans les environs, à Mortfontaine nous avons relevé anciennement déjà 2 coupes qui ne font pas double emploi avec celles données par Graves (1).

Coupe 7. *Mortefontaine.* — *Carrière de l'Étang.*

6.	Limon	1.20
4-5.	Marnes et calcaires blanchâtres fragiles	0.40
3.	Sable blanc sans fossiles, irrégulier	1.00
2.	Argile sableuse sans fossiles	0.40
	Argile sableuse verdâtre, très dure, fossilifère, *Cerithium*, *Fusus*, *Natica*, *Avicules*	0.80
	Argile verte très compacte	0.30
1.	Grès dur tabulaire fissuré de haut en bas	4.00

Coupe 8. *Mortefontaine.* — *Carrière de l'Église.*

6.	Terre végétale et limon	1.00
5.	Marne et calcaire blanchâtres fragmentés et démantelés	1.00
4.	Calcaire dur tabulaire	0.10
2-3.	Marne sableuse verdâtre, à Avicules et Cérithes	0.60
1.	Sables et grès tabulaire blanc	2.00

Coupe 9. *Mortefontaine*, d'après Graves (1).

3.	Grès blanchâtre en bancs minces, à surface mamelonnée, cassure curviligne.	
2.	Sable grisâtre coquillier, ocreux à la base.	
	Marne argileuse verte feuilletée avec les mêmes fossiles.	
1.	Grès en banc épais de 5 mètres, sans lit, roche grisâtre, homogène, opaque, à cassure esquilleuse.	
	Sable blanc.	

Coupe 10. *Mortefontaine*, d'après Graves (1).

4.	Calcaire d'eau douce.	
3.	Grès tabulaire dur non continu.	
2.	Sable grisâtre sans fossiles.	
1.	Grès très dur, couleur acier, cliquart gras des ouvriers	
	Sable brun noir très fin, ensemble	5.00

Il ne paraît pas exister de calcaire de Ducy. La couche à Avicules, dite horizon propre de Mortefontaine, qui manque parfois même dans sa localité type, mais qui réapparaît toujours à courte distance comme nous l'avons déjà fait observer à Beauchamp, paraît insérée entre deux bancs de grès inégalement endurcis. Celui du sommet paraît le plus général et très continu, il existerait en haut de la tranchée de Saint-Ladre avant Survilliers, il régnerait au-dessus de la coupe de Guespel de quelques décimètres seulement hors de sa place, enfin nous le ferons connaître bientôt dans la vallée de la Beuveronne.

---

(1) Topographie géognostique de l'Oise, p. 464.

Les coupes données par Graves pour le gypse de Montmélian-Plailly ne peuvent guère nous servir, les noms donnés par les ouvriers aux divers bancs de gypse se sont perdus ou modifiés et les épaisseurs manquent. Il existe cependant encore deux plâtrières souterraines que nous avons visitées, la haute masse est exploitée dans les mêmes conditions qu'à Survilliers, elle paraît horizontale et son altitude supérieure réglée à 121 mètres. Au-dessus on voit des masses blanches peu accessibles et une première excavation nous a donné la succession suivante :

Coupe 11. *Plailly.* — *Marnes supra-gypseuses.*

17.	Calcaire siliceux sec en rognons.	
16.	Marnes vertes.	
15.	Argile brune à *Ost. cyathula, Cytherea incrassata*	0.40
14.	Argile verte	0.15
13.	Rognons blancs de calcaire siliceux	0.20
12.	Marne grise	0.10
11.	Argile vert-pomme	0.80
10.	Marnes vertes feuilletées à Cyrènes	1.10
9.	Marne ferrugineuse	0.90
8.	Filet de marne verte délitée.	
7.	Marne blanche	2.00
6.	Marne verdâtre de 0.30	
5.	Marne blanche	
4.	Marne ferrugineuse feuilletée à bancs blancs	3.00
3.	Marne feuilletée blanche	
2.	Marne jaune et blanchâtre	
1.	Haute masse gypseuse visible sur	7.00

Une autre excavation située plus haut nous a fourni les quelques détails qui suivent :

Coupe 12. *Plailly.* — *Détail des marnes à Cyrènes.*

14. (221).	Sable impur calcareux (molasse).	
13. (220-219).	Argile et lits discontinus de calcaire siliceux	0.40
12. (218).	Marne calcaire blanchâtre	0.10
11. (217).	Argile verte à gros nodules strontianiens	0.40
10. (216).	Argile marneuse verdâtre pâle	0.60

9.	(215).	Argile vert-pomme très plastique fendillée	1.10
8.	(214).	Sable argileux brunâtre très fossilifère (fossiles pourris)	0.15
7.	(213).	Filet argileux marron	0.04
6.		Argile limoneuse feuilletée	0.30
5.		Marne feuilletée verdâtre devenant compacte vers le haut, Cyrènes et Mytilus dans la masse	1.50
4.	(212-211).	Lit argileux à *Cyrena convexa* écrasées ferrugineuses	0.05
3.		Argile verte feuilletée	0.25
2.		Lit argileux à *Cyrènes* et *Cérithes* écrasés	0.05
1.		Marne argileuse verte feuilletée avec zones ferrugineuses	1.20

Les numéros 211 à 221 entre parenthèses sont les numéros des assises correspondantes à Méry-sur-Oise (carrière de Frépillon), pour qu'on puisse juger combien le détail est voisin malgré la distance.

Très peu au-dessus du point où cette dernière coupe est observable, il existe, derrière une briqueterie, une sablière qui, sur 6 mètres d'épaisseur environ montre un sable fin, micacé, jaune, plus ou moins rougeâtre traversé par des fentes verticales ou peu obliques à parois limoneuses. Le sommet de la sablière présente un limon épais à la base duquel on trouve de nombreux fragments de meulières, qui renferment divers fossiles, Lymnées, *Chara*, etc.

Nous disions qu'on ne voit nulle part le détail de la base du gypse, voici la coupe de la carrière de Saint-Ladre-au-Bois, sur la commune d'Othis, qui montre les couches les plus basses que nous ayons pu observer dans la région, elle est à ciel ouvert.

COUPE 13. — *Othis. Plâtrière de Saint-Ladre-au-Bois.*

11.	Gypse dur et irrégulier.	4 à 5 mètres.
10.	Marne bleuâtre.	
9.	Marne gypseuse grasse.	
8.	Marne blanche.	
7.	Gypse endurci albâtroïde.	
6.	Marnes impures jaunâtres.	
5.	Masse de gypse saccharoïde pur, sans délits	7.00
4.	Marne jaune fine	0.10
3.	Gypse dur saccharoïde	1.80
2.	Gypse cristallisé en pied d'alouette	0.15
1.	Gypse saccharoïde	1.50

Les couches 6 à 11 appartiennent aux marnes bleues ; le N° 5 constitue la première masse. Les N^{os} 4 à 1 sont une partie de la seconde masse.

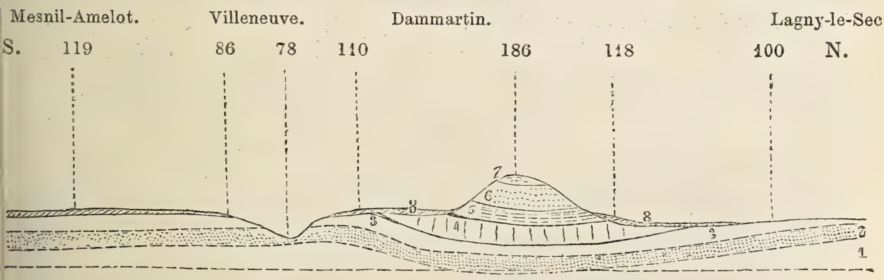
A Moussy-le-Vieux, une tranchée, sur la route de Dammartin, vers 103 mètres, donne quelques autres détails qu'il ne faut pas négliger, étant donnée la rareté des bonnes coupes.

COUPE 14. — *Moussy-le-Vieux* (*Sables infra-gypseux*).

6. Grès noduleux irrégulier, verdâtre, à formes bizarres	0.40
5. Marne brune à taches blanches	0.20
4. Marne impure avec nodules blancs à retraits	0.15
3. Argile grise et gypse pulvérulent	0.15
2. Sable verdâtre	0.50
1. Grès dur verdâtre.	

Nous croyons devoir rapporter ces couches aux sables infra-gypseux de Monceaux. Dans toutes les collines de Dammartin, le gypse est bien trop bas relativement au niveau du calcaire de Saint-Ouen de la plaine du Mesnil-Amelot; à Moussy-le-Neuf, dans la plâtrière, vers le bois de Saint-Laurent, le sommet de la première masse est à 114 mètres; à Saint-Ladre-au-Bois, il est à 113 mètres, tandis qu'à Vemars le Saint-Ouen est à 122 mètres ; à Moussy-le-Neuf, vers Chessy-aux-Bœufs, il est à 126 mètres, et au moulin du Mesnil-Amelot, à 119 mètres. Dans toute cette région, c'est le calcaire de Saint-Ouen qui fait le dôme, la voûte supérieure actuelle du pli du Bray. Au pied même des collines il est déjà sensiblement descendu des cotes que nous avons citées ; à Villeneuve-sous-Dammartin nous l'avons vu à 86 mètres, et au village même de Moussy-le-Vieux il est à 90 mètres. La contrée présente le diagramme suivant (1), qui fera comprendre comment c'est à la protection du pli continu saillant au Sud, que les collines gypseuses ont dû leur conservation, leur résistance aux grands ravinements qui ont enlevé au Nord et au Midi des centaines de mètres sur des myriamètres de distance (fig. 4).

Fig. 4.



8. Quaternaire.
7. Meulières de Montmorency.
6. Sables de Fontenay.
5. Marnes supra-gypseuses.
4. Gypse.
3. Calcaire de Saint-Ouen.
2. Sables moyens.
1. Calcaire grossier.

---

(1) L'inflexion inférieure des couches a été un peu exagérée dans notre figure pour rendre le phénomène plus sensible.

Il résulte de cette disposition incomprise que c'est à tort que la Carte géologique de France détaillée indique à profusion le gypse sur tout le grand plateau du Mesnil-Amelot; nous n'y avons vu que le Saint-Ouen. Dans les très nombreuses excavations que nous avons visitées et que la culture de la betterave fait ouvrir annuellement pour le chaulage des terres, nous n'avons vu partout et toujours que le Saint-Ouen et ses marnes, surmonté d'un manteau énorme d'éboulis, de débris remaniés, de marnes, de sables, de calcaires appartenant à tous les terrains que la dénudation quaternaire postérieure a fait disparaître. Citons comme points observés Juilly, Compans, Thieux, Villeneuve, Nantouillet, Saint-Mesmes. Nous reviendrons ailleurs sur ce sujet. A Vémars, au bas du coteau, près l'église, un emprunt pour la rectification de la route nous a donné la succession suivante :

COUPE 15. — *Vémars* (*Coupe dans le Saint-Ouen*).

7.	Terre végétale	0.10
6.	Lehm	1.10
5.	Argile brune et blanche avec calcaire démantelé	0.30
4.	Argile blanche marneuse	0.20
3.	Blocs de calcaire blanc	0.15
2.	Argile grise marneuse	0.10
1.	Marne blanche à *B. atomus* passant à un calcaire irrégulier en plaquettes à joints impurs remplis de *Lymmæ longiscala*	1.00

Enfin, pour terminer par le Sud notre explication de l'Est de la première coupe, voici une petite succession, toujours dans le calcaire de Saint-Ouen, prise un peu au-dessus du Guespel, sur le flanc d'un vallon contigu. Altitude : 134^{m}.

COUPE 16. — *Saint-Witz.* — *Le Guespel* (*Calcaire de Saint-Ouen, au-dessous de la cote* 146).

11.	Limon épais et blocaux	1.70
10.	Calcaire blanc dur réglé	0.15
9.	Calcaire marneux blanc	0.20
8.	Filet vert	0.02
7.	Marne calcareuse blanche	0.15
6.	Filet vert	0.02
5.	Marne calcareuse blanche	0.15
4.	Filet argileux vert	0.03
3.	Marne blanche à Bithinies	0.15
2.	Filet argileux vert	0.02
1.	Calcaire très fragile, blanc, sans fossiles, orné de nombreuses panachures vertes	1.00

D. ENVIRONS DE SURVILLIERS (RÉGION OUEST).

Les environs de Coye ne présentent rien que de normal; toute la forêt du Lys et le fond de Lamorlaye occupent une vaste dénudation due à l'Oise. La falaise ou cap crayeux de Précy-sur-Oise s'avançait vraisemblablement autrefois davantage au Sud-Est, et l'Oise était obligée de faire un grand cercle de Gouvieux à Lamorlaye pour reprendre son cours à Royaumont. Les alluvions de la forêt du Lys recouvrent la craie; sur son pourtour, aussitôt avec l'altitude de 36-38 mètres, les sables de Bracheux apparaissent, ils forment une bande régulière au pied du coteau de la forêt de Chantilly, à la base de la forêt de Coye, et occupent une très grande surface du bois de Bonnel. Au Fond de Coye, les sables de Bracheux, très voisins de leur limite Sud, sont remplis de lits de galets noirs très roulés appartenant à la craie, et ils passent parfois à un poudingue dur; nous n'y avons vu aucun fossile. En voici le détail :

COUPE 17.

5. Limon à cailloux remaniés	1.00
4. Grès très dur à traces végétales	0.70
3. Sable endurci à galets très abondants, passant au poudingue	1.50
2. Sable sec à silex non agrégés	0.60
1. Craie blanche.	

Les lignites occupent également le pourtour du même golfe; on les voit, au Saussoy, surmontées par les galets noirs de Sinceny, et de même au bas de la montée de la grande route de Chantilly; au Regard de Coye et au Fond de Coye, elles ont donné lieu autrefois à une recherche de houille. On peut estimer l'épaisseur de cette assise à 4 à 5 mètres. Les sables de Cuise, qui occupent la même étendue que les dépôts précédents, sont bien plus épais, d'une couleur rouge-fauve et argileux à leur sommet. Depuis le Saussoy jusqu'au viaduc de Comelle, ils forment une bande partout bien visible. Dans la forêt Est de Coye ils sont un peu cachés par les éboulis du calcaire grossier, mais sous la forêt sud de Croye, ils forment le soubassement de trois buttes de calcaire grossier, de Chaumontel à Hérivaux. Le calcaire grossier inférieur, glauconieux et avec cailloux noirs et verts et *Nummulites lœvigata* à la base, règne confortablement et régulièrement au-dessus. Dans le Fond de Coye, qui coïncide assez bien avec l'axe le plus saillant du pli qui nous occupe, on voit sur la grande route qui mène à la station, à l'entrée du bois, à l'altitude de 83 mètres, un très beau plongement de calcaire grossier; il s'incline en assises régulières, vers le Nord, et le poteau du carrefour supérieur est déjà dans les caillasses; on n'aperçoit ni faille ni discordance dans ce fond, où on juge assez bien des choses ; toutes les assises sont bien à leur niveau. C'est à tort que la carte géologique détaillée figure en cet endroit une cassure qui se prolongerait jusqu'à la tranchée. Au nord de Survilliers, nous n'avons observé rien d'analogue ; il n'y a qu'un simple pli non résolu par faille, qui n'a pas crevé.

Toutes les couches de la falaise au-dessus de laquelle est placée la forêt de Chantilly plongent au Nord légèrement, suivant ainsi la même inclinaison que les couches de bois de Saint-Waast et de Tillet, de l'autre côté de l'Oise. L'axe synclinal du Thérain, au-delà de l'Oise, passe au Nord de Saint-Maximin, vers Saint-Léonard, au sud de Senlis, et se perd insensiblement, faute probablement d'observation, dans les bois et bruyères d'Ermenonville.

La forêt de Coye est sur une voûte de calcaire grossier moyen surmontée de quelques couches de calcaire grossier supérieur. La pente Nord-Est reste dans les caillasses depuis la cote 125 jusqu'à celle de 95 mètres ; sensiblement dans la même couche à Corbules. Sur la voie ferrée au kilom. 34.7, dans un emprunt latéral, on peut reconnaître la masse blanche de 0.90 (B. IV), à la cote 88 mètres ; au kilomètre 33.7 de la voie ferrée, un autre emprunt en contre-bas de la voie, à 93 mètres d'altitude environ, a rencontré le calcaire en plaquettes ; au kilom. 32.8, à 97 mètres d'altitude, le calcaire grossier à *Cerithium lapidum* a été mis à nu ; enfin, au kilomètre 31.9, au passage à niveau de 105 mètres d'altitude, sur le chemin de Marly à la Chapelle-en-Serval, un puits profond a rencontré le calcaire grossier moyen à 4 mètres en contre-bas de la voie, puis le calcaire grossier inférieur et les sables de Cuise à 30 mètres environ.

Huit mètres plus bas, dans la campagne, une ancienne carrière montre :

Calcaire grossier à Cérithes.	0.40
Calcaire dur à Milioles.	0.80

La coupe des diverses assises du calcaire grossier est également visible sur la route de la station de Survilliers à Fosses ; on y voit les sables de Cuise et leur niveau argileux au sommet, le calcaire grossier inférieur fossilifère tout entier, le calcaire grossier moyen dans sa partie inférieure.

A Bellefontaine, vers 61 mètres, commencent les lignites du Soissonnais. Nous savons qu'un sondage a été exécuté autrefois à la station de Survilliers, mais nous n'avons pu malheureusement nous en procurer jusqu'ici la coupe exacte.

III

Bien que nous ayons expliqué que le sol du bassin tertiaire de Paris est resté sensiblement bas et horizontal jusqu'à la période miocène au moins, il n'en faut pas cependant conclure que toutes les couches parisiennes aient eu une étendue immense, il en est qu'on peut circonscrire, guidé par plusieurs considérations, telles que l'amincissement progressif et régulier dans une même direction, l'évidence des caractères littoraux, etc., et dont on est en droit de fixer les limites. Or, il résulte d'une recherche soigneuse qu'on va voir de ces divers caractères dans les couches tertiaires dans la région du Bray, que cette région n'a présenté à aucune époque des couches à caractères littoraux, à amincissements calculables qui puissent faire croire qu'elle ait été une île, un rivage plus et mieux que toute autre région tertiaire parisienne.

Nous allons reprendre pour cela l'étude des divers terrains de la région dans leur succession stratigraphique et les comparer aux types environnants, à des points en-deçà et au-delà du pli de façon à saisir les différences s'il s'en pouvait présenter. Nous choisissons, par exemple, deux points de comparaison, l'un au Sud la butte de Fleurines entre Pont-Sainte-Maxence et Senlis, l'autre au Nord, la colline de Ronquerolles près de Chambly et Beaumont-sur-Oise sur le revers synclinal du pays de Thelle, et nous donnerons d'abord sur ces points quelques renseignements géologiques complémentaires, ceux publiés jusqu'ici n'étant malheureusement pas suffisants.

Pont-Sainte-Maxence, Fleurines et Butte de Saint-Christophe.

L'Oise qui passe à Pont, est au niveau des lignites du Soissonnais vers 30 mètres.

Les sables de Cuise viennent au-dessus environ jusqu'à l'altitude de 53 mètres où on observe à droite de la grande route la coupe suivante :

COUPE 18.

C. g. moyen.	8. Calcaire grossier normal à *Orbitolites* exploité sur.	4.00
Cal. grossier inférieur.	7. Dolomie dure, jaune parfois sableuse. (Zone à *Cerithium giganteum*).	1.20
	6. Rognons dolomitiques en un banc rocheux avec des traces de *Ditrupa strangulata*.	0.40
	5. Sable jaune, parfois gris, dolomitique à rognons stratifiés ou dispersés dits « Têtes de chats », quelques points ferrugineux ou glauconieux non transformés.	5 à 6
	4. Calcaire siliceux dur à gros grains de quartz vert et dents de Squales, etc	0.15

Ravinement. — Altitude 53 *mètres.*

Sables de Cuise.	3. Sable ferrugineux, glauconieux à *Turritella edita* et *Nummulites planulata* (horizon de Visigneux)	1.75
	2. Sable jaune à fossiles variés	1.00
	1. Sable gris sans fossiles très puissant avec banc de grès assez continu, visible sur	3.00

On remarque que les sables à « tête de chat » ne sont point un étage distinct mais bien un facies dolomitique qui peut affecter comme ici divers horizons du calcaire grossier et peut aussi se retrouver mais plus rarement dans les sables de Cuise (Cuts-Ponchon). Cinq à six mètres au-dessus viennent les caillasses à *Cerithium lapidum* (91 mètres), et très en avant dans le bois vers 105 mètres, on rencontre le début des sables moyens. On reste sur ces sables jusqu'au pied de Saint-Christophe qui offre la coupe suivante :

COUPE 19.

	8. Terre végétale	0.10 à 0.40
Calcaire de Saint-Ouen.	7. Calcaire brèchiforme à Lymnées	2.00
	6. Calcaire fragmentaire à Lymnées	
	5. Calcaire d'eau douce compact tabulaire	0.05
	4. Calcaire blanc, fin, assez dur	0.10
Sables moyens.	3. Sable verdâtre sans fossiles	0.60
	2. Sable gris ou noir stratifié (ligniteux)	4.00
	1. Sable blanc et jaune sans fossiles, uniforme	8.00 visib.

Nous avons coté à 143 mètres le contact des deux formations, et le calcaire de Saint-Ouen s'élève au moins jusqu'à 156 mètres. Au-dessus il y a une lacune malheureuse et irréparable jusqu'ici dans nos connaissances; y a-t-il du gypse? Nous le supposons sans en avoir la certitude. Beaucoup plus haut, en descendant du sommet à 210 mètres, on observe :

Limon avec blocs de meulières.
Sable jaune puissant 30 mètres environ.
Lacune.
Argile sableuse verte et brune.
Sable calcareux oolithique, gris, ferrugineux, fossilifère (1).

---

(1) Voici jusqu'ici la faunule que nous avons rencontrée à ce niveau à Saint-Christophe :

Cytheridea Mulleri, Munst. sp. (Cythere).
Cerithium elegans, Desh.
Cerithium plicatum, Brug, type.
Cerithium plicatum, var. *Galeotti*, Nyst.
Cerithium plicatum, var. *enodosum*, Sandbg.

Marnes vertes.
Marnes blanches.
Marnes vertes.

Tout ceci visible sur 4 à 5 mètres le long d'un chemin montant au Sud.

Ronquerolles.

Chambly et sa station sont dans la craie blanche, aussitôt après apparaissent les argiles et la base des lignites, nous ne croyons pas qu'il existe de sables de Bracheux, ou ce serait un cordon littoral très rudimentaire.

Les lignites sont aussi mal visibles et au-dessus, très puissants, s'élèvent les sables de Cuise; vers leur milieu, dans un chemin qui monte à l'Ouest de Petimus, on voyait :

COUPE 20.

	4. Limon.	
Sable de Cuise.	3. Sable jaune fin, micacé.	Ensemble 5.00
	2. Sable blanc et gris, sans fossiles.	
	1. Sable jaune fauve, sans fossiles.	

Plus haut, un grand escarpement présente la base du calcaire grossier avec accidents dolomitiques irréguliers à endurcissements bizarres.

COUPE 21.

Calcaire grossier supérieur.	6. Sable jaune dolomitique au maximum	3.00
	5. Sable calcareux glauconieux endurci par places	3.50
	4. Zone à *Lenita patellaris* et Échinides	0.40
	3. Sable calcareux à *Nummulites lœvigata*.	1.00
	2. Bande de glauconie argileuse très verte.	0.30
	1. Sable glauconieux à fossiles rares, sur	1.50

Nous estimons que le contact des sables de Cuise a lieu à 1 ou 2 mètres en contre-bas, à la cote 74 environ. Au-dessus du sable dolomitique supérieur, reparaît, par un contact ferrugineux net, le cal-

Cerithium plicatum, var. *tricarinatum*, N.
Melania Nystii, Duch. (in Nyst.).
Nystia Duchasteli, Nyst. (*Cyclostoma*) G. *Bithinia* id., *Paludina*, *Euchilus etc.*, *Cyc. truncatum*, Brard non Drap. var. *plicata* d'Arch. et de Vern.
Planorbis depressus. Nyst.
Natica Nystii, d'Orb. (*N. glaucinoïdes*, Nyst).
Psammobia plana, Brongt, sp. (Cytherea).
Cyrena (*corbicula*) *convexa*, Brongt sp. (*Cytherea*). *Cyrena semistriata*, Desh-*Glauconomya*.

FORMATIONS	MONTMORENCY			CHATENAY			PLAILLY			SAINT-CHRISTOPHE			RONQUEROLLES		
	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.	Base	Sommet	Épais.
Meulières.	168	176	8	180			180	186	6	210					
Sables de Fontenay.	108	168	60	150	180	30	147	180	33	186	210	24	170		
Marnes supra gypseuses.	82	108	26	144	150	6	122	147	25	166	186	20	160	170	10
Gypse.	50	82	32	136	144	8	110	122	12	156	166	10?	155	160	5?
Calcaire de Saint-Ouen.	38	50	12	126	136	10	99	110	11	143	156	13	149	155	6
Sables moyens.	24	38	14	114	126	12	75	99	24	105	143	38	129	149	20
Calcaire grossier				76	114	38				53	105	52	74	129	54
Sables de Cuise.										30	53	23	50	74	24

Les Sables de Bracheux ont un rivage Sud très bien marqué, qui coupe l'axe du soulèvement du Bray à Coye sous un angle de 25° environ, on y suit un cordon littoral indépendamment de tout autre incident; ce cordon vient de la Marne par Dormans, passe un peu au sud de Senlis, et se limite à Chaumontel, Beaumont-sur-Oise, Chambly et Gisors; nous n'en connaissons pas de traces plus au Sud et la mer était partout largement ouverte au Nord. Les sables de Bracheux sont d'ailleurs matériellement visibles comme ayant passé au-dessus du Bray, on les voit en lambeau dans les puits naturels effondrés dans la Craie du Pays de Thelle comme je l'ai indiqué dans la géologie de la voie ferrée de Beaumont à Hermes, etc. (1).

Les lignites du Soissonnais ont une composition identique et des fossiles identiques des deux côtés de l'accident, qu'on les étudie à Sarron, à Abbecourt, à Beaumont ou dans le Vexin, leur horizon se prolonge à grande distance malgré l'étroite limite d'altitude où des dépôts palustres semblables peuvent se former, ce sont positivement là des dépôts horizontaux, qui ne peuvent se former qu'à plat sous une hauteur d'eau très faible et ils sont trop identiques à Chaumont et à Warluis, par exemple, pour n'avoir pas communiqué directement.

Les sables de Cuise occupent les deux côtés du pli. Ils sont fossilifères généralement au Nord et ils cessent de l'être au Sud d'une ligne allant de Creil à Chaumont, ligne exactement Est-Ouest différente de toutes celles vues jusqu'ici. Le sommet de la formation quand il n'est pas fossilifère avec la zone à *Turritella edita* de Visigneux (Watelet), est argileux, c'est un faciès de rivage étendu au Sud qui correspond à une mer au Nord toute oblique à l'accident qui nous occupe et qui ne pouvait pas exister alors.

Le calcaire grossier présente au Nord du Bray comme on l'a vu par la coupe de Ponchon, une identité absolue avec ce qu'on le connaît au Sud du même phénomène il est exactement comparable dans ses détails, et aucun phénomène de comblement ne peut lui être attribué, car il croît de puissance en s'avançant au Nord; nous lui avons reconnu 28 mètres à Méry, 29 mètres à Monsoult, 38 mètres à Châtenay et 52 mètres à Pont-Sainte-Maxence.

Il suffit d'ailleurs de reconnaître qu'il se présente à quelque cent mètres de la craie et au même niveau hypsométrique sur trente mètres de falaise de hauteur sans aucun caractère littoral; on peut se persuader, par ce seul examen, de la postériorité de l'accident qui a ramené la craie au jour.

A l'époque des sables moyens, la question peut paraître d'abord plus délicate, car il y a autant d'étendues que de zones dans ces sables.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, t. IX, p. 92, 1880.

La zone à *Nummulites variolaria* forme une bande qui se limite successivement au Nord à Valmondois, à Montsoult, à Survilliers, à l'Ouest de Montepilloy, coupant encore l'accident sous un angle particulier et sans qu'aucun phénomène soit commun aux deux observations. Les sables moyens sont de plus en plus épais en s'avançant au nord : de 14 mètres qu'ils ont à Montmorency, ils ont 24 mètres à Survilliers, et 38 au moins à Saint-Christophe ; la mer était donc largement ouverte au delà des obstacles au Nord.

Le calcaire de Saint-Ouen croît aussi d'épaisseur au nord ; il a 9 mètres à Méry, 10 mètres à Montsoult, 12 à 13 mètres à Survilliers, et autant, sinon davantage, à Saint-Christophe.

Le gypse présente des caractères de puissance tout spéciaux qu'on pourrait d'abord croire favorables au remplissage d'une dépression. Son épaisseur est bien plus forte à Paris qu'au Nord, mais on peut observer que cette épaisseur inusitée décroît aussitôt qu'on s'éloigne de Paris et qu'elle est réduite déjà entre Montmartre et Argenteuil, puis d'Argenteuil à Méry; entre Méry et Montsoult, la différence est très grande par suite de la disparition des masses inférieures et l'amincissement graduel de la haute masse, mais il semble qu'une fois la puissance de la haute masse réglée à 10 mètres elle conserve cette même épaisseur sur de grandes distances ; 8 mètres seraient un minimum à Châtenay. Depuis Neuvillebosc jusqu'à Meaux, nous conserverions une épaisseur de 10 à 12 mètres de masse suffisamment réglée; dans l'autre sens, entre Saint-Martin-du-Tertre, Survilliers, Saint-Christophe, les parties visibles à la limite d'observation ont cette même importance ; le lac du gypse n'a rempli de dénivellations qu'à Paris, dénivellations qui ne sont d'ailleurs qu'une compensation, puisque les couches inférieures comme : sables moyens, calcaire grossier, et sables de Cuise, sont moins puissantes ou rudimentaires à Paris, relativement à ce qu'elles sont au Nord.

Si nous passons aux marnes supra-gypseuses, nous verrons qu'elles forment l'un des arguments les plus décisifs de notre thèse ; leur étendue et leur constance dans leurs détails depuis Paris jusqu'à l'Aisne sont extrêmes, les animaux qu'elles renferment sont potamides et, comme ceux des lignites, ont vécu sur un sol horizontal dans des limites extrêmement étroites d'altitude, sur un sol plat, essentiellement plat ; les grandes différences de niveau où ces couches sont aujourd'hui sont donc zoologiquement postérieures.

Restent les sables supérieurs qui, malgré leur puissance au Nord qui ne permet aucunement de les limiter, sont encore plus puissants au midi de Paris ; ils sont bien réglés sur la colline de Dammartin.

Avant et après le pli, ils ont environ 30 mètres de puissance. S'ils sont rudimentaires à Ronquerolles, c'est seulement par ablation, par dénudation qu'ils ont disparu, car on les revoit plus loin, dans la même direction, avec les mêmes caractères.

Les meulières, ce calcaire d'eau douce supérieur, continuation ou plutôt faciès d'altération du calcaire de Beauce, malgré les différences d'altitude actuellement observables, n'ont pu se former que dans une lagune horizontale, dans un lac continu d'à peu près même profondeur, dont il nous est même difficile d'apprécier l'étendue au Nord, mais qui dépassait certainement les plis tertiaires du Nord du bassin de Paris. Ce lac horizontal a été soulevé et ondulé comme le sous-sol et dénudé ensuite avec lui, non sans avoir vu parfois ses soubassements lui manquer par affouillements et qu'il soit possible d'observer, surtout les couches dures, à un niveau inférieur de leur niveau initial, sans cependant avoir changé géographiquement de lieu.

Avant de combiner ces divers éléments de puissance des couches pour apprécier ce qu'était l'altitude des diverses couches au-dessus du Bray avant la dénudation, il est nécessaire de rétablir en une liste l'altitude supérieure des couches à Survilliers comme elles se présentaient à l'emplacement du pli, avant leur dénudation.

Nous aurions :

Meulières	223 m.
Sables de Fontenay	216
Marnes supra-gypseuses	186
Gypse	161
Saint-Ouen	151
Sables moyens	138

C'est-à-dire des altitudes plus fortes que celles actuelles de Saint Christophe en Hallate.

Nous pouvons choisir comme point de restauration au-dessus du Bray le village d'Ercuis, qui se trouve à peu près à égale distance des trois types de Ronquerolles, Survilliers, Fleurines ; et voici le tableau des altitudes qu'on aurait eues avant la dénudation en supposant les épaisseurs moyennes de la colonne de droite :

Ercuis.

	Altitude du sommet	Epaisseur probable
Meulières	373 m.	6 m.
Sables de Fontenay	367	30
Marnes supra-gypseuses	337	20
Gypse	317	8
Calcaire de Saint-Ouen	309	10
Sables moyens	299	26
Calcaire grossier	273	55
Sables de Cuise	218	30
Lignites	188	8
Sables de Bracheux	180	10
Craie	170	Total. . 203

plus délicate, car il y a autant d'étendues que de zones dans ces sables.

La zone à *Nummulites variolaria* forme une bande qui se limite successivement au Nord à Valmondois, à Montsoult, à Survilliers, à l'Ouest de Montepilloy, coupant encore l'accident sous un angle particulier et sans qu'aucun phénomène soit commun aux deux observations. Les sables moyens sont de plus en plus épais en s'avançant au nord : de 14 mètres qu'ils ont à Montmorency, ils ont 24 mètres à Survilliers, et 38 au moins à Saint-Christophe ; la mer était donc largement ouverte au delà des obstacles au Nord.

Le calcaire de Saint-Ouen croît aussi d'épaisseur au nord ; il a 9 mètres à Méry, 10 mètres à Montsoult, 12 à 13 mètres à Survilliers, et autant, sinon davantage, à Saint-Christophe.

Le gypse présente des caractères de puissance tout spéciaux qu'on pourrait d'abord croire favorables au remplissage d'une dépression. Son épaisseur est bien plus forte à Paris qu'au Nord, mais on peut observer que cette épaisseur inusitée décroît aussitôt qu'on s'éloigne de Paris et qu'elle est réduite déjà entre Montmartre et Argenteuil, puis d'Argenteuil à Méry ; entre Méry et Montsoult, la différence est très grande par suite de la disparition des masses inférieures et l'amincissement graduel de la haute masse, mais il semble qu'une fois la puissance de la haute masse réglée à 10 mètres elle conserve cette même épaisseur sur de grandes distances ; 8 mètres seraient un minimum à Châtenay. Depuis Neuvillebosc jusqu'à Meaux, nous conserverions une épaisseur de 10 à 12 mètres de masse suffisamment réglée ; dans l'autre sens, entre Saint-Martin-du-Tertre, Survilliers, Saint-Christophe, les parties visibles à la limite d'observation ont cette même importance ; le lac du gypse n'a rempli de dénivellations qu'à Paris, dénivellations qui ne sont d'ailleurs qu'une compensation, puisque les couches inférieures comme : sables moyens, calcaire grossier, et sables de Cuise, sont moins puissantes ou rudimentaires à Paris, relativement à ce qu'elles sont au Nord.

Si nous passons aux marnes supra-gypseuses, nous verrons qu'elles forment l'un des arguments les plus décisifs de notre thèse ; leur étendue et leur constance dans leurs détails depuis Paris jusqu'à l'Aisne sont extrêmes, les animaux qu'elles renferment sont potamides et, comme ceux des lignites, ont vécu sur un sol horizontal dans des limites extrêmement étroites d'altitude, sur un sol plat, essentiellement plat ; les grandes différences de niveau où ces couches sont aujourd'hui sont donc zoologiquement postérieures.

Restent les sables supérieurs qui, malgré leur puissance au Nord qui ne permet aucunement de les limiter, sont encore plus puissants au midi de Paris ; ils sont bien réglés sur la colline de Dammartin.

Avant et après le pli, ils ont environ 30 mètres de puissance. S'ils sont rudimentaires à Ronquerolles, c'est seulement par ablation, par dénudation qu'ils ont disparu, car on les revoit plus loin, dans la même direction, avec les mêmes caractères.

Les meulières, ce calcaire d'eau douce supérieur, continuation ou plutôt faciès d'altération du calcaire de Beauce, malgré les différences d'altitude actuellement observables, n'ont pu se former que dans une lagune horizontale, dans un lac continu d'à peu près même profondeur, dont il nous est même difficile d'apprécier l'étendue au Nord, mais qui dépassait certainement les plis tertiaires du Nord du bassin de Paris. Ce lac horizontal a été soulevé et ondulé comme le sous-sol et dénudé ensuite avec lui, non sans avoir vu parfois ses soubassements lui manquer par affouillements et qu'il soit possible d'observer, surtout les couches dures, à un niveau inférieur de leur niveau initial, sans cependant avoir changé géographiquement de lieu.

Avant de combiner ces divers éléments de puissance des couches pour apprécier ce qu'était l'altitude des diverses couches au-dessus du Bray avant la dénudation, il est nécessaire de rétablir en une liste l'altitude supérieure des couches à Survilliers comme elles se présentaient à l'emplacement du pli, avant leur dénudation.

Nous aurions :

Meulières	223 m.
Sables de Fontenay	216
Marnes supra-gypseuses	186
Gypse	161
Saint-Ouen	151
Sables moyens	138

C'est-à-dire des altitudes plus fortes que celles actuelles de Saint Christophe en Hallate.

Nous pouvons choisir comme point de restauration au-dessus du Bray le village d'Ercuis, qui se trouve à peu près à égale distance des trois types de Ronquerolles, Survilliers, Fleurines ; et voici le tableau des altitudes qu'on aurait eues avant la dénudation en supposant les épaisseurs moyennes de la colonne de droite :

Ercuis.

	Altitude du sommet	Epaisseur probable
Meulières	373 m.	6 m.
Sables de Fontenay	367	30
Marnes supra-gypseuses	337	20
Gypse	317	8
Calcaire de Saint-Ouen	309	10
Sables moyens	299	26
Calcaire grossier	273	55
Sables de Cuise	218	30
Lignites	188	8
Sables de Bracheux	180	10
Craie	170	Total. . 203

Et nos évaluations sont très modérées (200 mètres de tertiaire), et le type choisi à Ercuis n'est probablement pas le point le plus haut où ces couches soient parvenues et se soient ajoutées à l'altitude actuelle. Il en résultait certainement une physionomie très différente du pays et un certain nombre de conséquences géographiques dont il y aura lieu de tenir compte.

Nous n'ajouterons plus qu'un mot pour terminer, au sujet d'un second accident presque perpendiculaire au premier que notre coupe longitudinale de Survilliers à Ercuis rend manifeste ; cet accident transversal paraît avoir pris place à l'emplacement actuel de l'Oise et avoir consisté en une sorte de pli de toutes les couches très analogue à celui du Bray, que nous avons étudié, mais bien moins important.

Si on suit le contact des sables de Cuise et du calcaire grossier, au sud de la forêt de Chantilly, on le trouve successivement à 63 mètres d'altitude au viaduc de Comelle, à 70 mètres d'altitude à la grande route de Paris et à 79 mètres au Saussoy, soit 16 mètres d'élévation en 5 kilomètres. Ce même contact devrait donc être, de l'autre côté de l'Oise, à 5 autres kilomètres, d'environ 95 mètres d'altitude. Or, on rencontre une falaise de craie jusqu'à 110 mètres d'altitude, et comme il manquerait au-dessus 48 à 50 mètres au moins pour arriver au contact géognostique que nous suivons, il s'ensuit que nous arriverions 70 à 75 mètres trop bas.

Même en admettant que l'alignement de la falaise de Chantilly, dont les allures sont très régulières et qui présente des altitudes croissantes très normales de ce contact du Cuise, ne soit pas exactement dans l'axe de soulèvement et coïncide à quelques points de la pente Nord, nous n'en avons pas moins trouvé une différence beaucoup trop sensible qui prouve une accélération inusitée, temporaire, locale dans l'ascension des couches et vraisemblablement un pli local. Il est juste d'ajouter que l'existence de ce pli expliquerait en partie l'arrêt des observations du pli du Bray à l'Oise, et expliquerait logiquement la séparation de deux régions si voisines et si différentes, comme le pays de Thelle et le Sentinois.

Nous nous réservons de revenir, dans une autre publication, aussi bien sur le prolongement du pli de Bray au travers du Tertiaire parisien et sur les autres plis parallèles, que sur les plis bien moins nets et moins bien connus transversaux aux premiers, la connaissance des uns et des autres étant essentiellement nécessaire à la bonne et complète explication des faits géologiques, aussi bien dans le bassin de Paris que dans le Nord, l'Est et l'Ouest de la France et le Sud de l'Angleterre.

Séance du 3 *Janvier* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

M. Douvillé, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM. Le Maire, ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, rue de Maubeuge, 49, à Paris, présenté par MM. Douvillé et Zeiller.

Boissière (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, rue du Faubourg-Saint-Denis, 201, présenté par MM. Douvillé et Zeiller.

Il est procédé à l'élection du Président pour l'année 1881.

M. P. Fischer ayant obtenu 77 suffrages sur 137 votants, est proclamé Président pour l'année 1881.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. Douvillé, Gosselet, Hébert, Danglure;

Secrétaire pour la France : M. M. Bertrand;

Vice-Secrétaire : M. Monthiers;

Archiviste : M. Ferrand de Missol;

Membres du Conseil : MM. de Lapparent, Cotteau.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés pour l'année 1881, de la manière suivante :

Président : M. P. Fischer.

Vice-Présidents :

M. Douvillé;
M. Gosselet;
M. Hébert;
M. Danglure.

Secrétaires :

M. Bertrand, pour la France;
M. Vasseur, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. L. Carez;
M. Monthiers.

Trésorier :

M. Delaire.

Archiviste :

M. Ferrand de Missol.

Membres du Conseil:

M. Alb. Gaudry;
M. Brocchi;
M. Delesse;
M. Sauvage;
M. de Roys;
M. Chaper;
M. Daubrée;
M. Velain;
M. Bioche;
M. Pomel;
M. de Lapparent;
M. Cotteau.

Dans sa séance du 27 décembre 1880, le Conseil a composé les Commissions pour l'année 1881 de la manière suivante :

1° *Commission du Bulletin :* MM. Delesse, Brocchi, Bioche, Douvillé, de Lapparent;

2° *Commission des Mémoires :* MM. Daubrée, Fischer, Gaudry;

3° *Commission de Comptabilité :* MM. Pellat, Jannettaz, Parran;

4° *Commission des Archives :* MM. Moreau, Bioche, Danglure.

Séance du 10 *Janvier* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT, *puis de* M. FISCHER.

M. Douvillé, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. de Lapparent, Président sortant invite M. Fischer, Président élu pour l'année 1881, à le remplacer au Bureau.

M. Fischer remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la Présidence.

Le Président annonce une présentation.

M. Alb. **Gaudry** présente le rapport provisoire de la Commission de nomenclature paléontologique pour le Congrès de Bologne.

Madame **Clémence Royer** fait hommage à la Société d'un article sur le transformisme et sur la part qui revient aux savants français dans les origines de la théorie évolutionniste.

Le Trésorier présente les comptes de l'exercice 1879-1880, et le projet de budget pour l'exercice 1880 1881, tel qu'il a été voté par le Conseil dans la séance du 27 décembre 1880 :

BUDGET POUR L'ANNÉE 1880-81 (*du 1er novembre 1880 au 31 octobre 1881*).

RECETTES

DÉSIGNATION des CHAPITRES	NUMÉROS des ARTICLES	NATURE DES RECETTES	RECETTES		
			PRÉVUES pour **1879-80**	EFFECTUÉES en **1879-80**	PRÉVUES pour **1880-81**
§ 1er. PRODUITS des RÉCEPTIONS et des COTISATIONS	1	Droits d'entrée et de diplôme.	600	500 »	600
	2	Cotisations de l'année courante.	9.600	8.774 50	9.600
	3	— arriérées.	1.800	1.380 »	2.000
	4	— anticipées	400	270 »	300
	5	— à vie et perpétuelles.	1.200	800 »	1.200
§ 2. PRODUITS des PUBLICATIONS	6	Vente du Bulletin	1.500	491 50	1.000
	7	— des Mémoires.	500	24 »	500
	8	— de l'Histoire des Progrès de la Géologie. .	20	» »	20
	9	Recettes extraordinaires relatives au Bulletin. . .	»	» »	»
	10	Allocation ministérielle	1.000	1.000 »	1.000
	11	Souscription ministérielle aux Mémoires.	600	» »	600
§ 3. RECETTES DIVERSES	12	Revenus	4.240	4.213 72	4.210
	13	Loyer, chauffage, éclairage des Sociétés chimique, mathématique, zoologique, etc.	3.600	2.950 »	4.725
	14	Recettes diverses (don de la famille Hermite). .	50	483 45	50
		TOTAUX.	25.110	20.887 17	25.805

DÉPENSES

DÉSIGNATION des CHAPITRES	NUMÉROS des ARTICLES	NATURE DES DÉPENSES	DÉPENSES PRÉVUES pour 1879-80	DÉPENSES EFFECTUÉES en 1879-80	DÉPENSES PRÉVUES pour 1880-81
§ Ier PERSONNEL	1	Agent	»	» »	1.200
	2	Garçon : Gages	1.000	1.000 »	1.000
	3	— Gratification.	200	200 »	200
§ 2. FRAIS DE LOGEMENT	4	Loyer, contributions, assurances.	5.400	5.301 32	5.400
	5	Chauffage, éclairage.	800	853 65	850
§ 3. MATÉRIEL	6	Mobilier (aménagement des locaux sous-loués aux sociétés)	800	2.557 59	800
	7	Bibliothèque	1.000	564 65	900
§ 4. PUBLICATIONS	8	Bulletin : impression, planches.	10.000	7.069 85	12.000
	9	— port.	1.500	896 56	1.000
	10	Mémoires	3.000	140 »	1.500
§ 5. DÉPENSES DIVERSES	11	Frais de bureau, de circulaires, etc	1.000	821 65	800
	12	Ports de lettres	200	381 12	200
	13	Placement de cotisations à vie.	1.200	» »	1.200
	14	Prix Viquesnel.	310	329 30	320
	15	Dépenses diverses (cinquantenaire de la Société, souscription au Congrès géologique).	50	1.161 75	50
		TOTAUX.	26.460	21.277 44	27.420

En résumé :

NATURE DES RECETTES	RECETTES		
	PRÉVUES pour **1879-80**	EFFECTUÉES en **1879-80**	PRÉVUES pour **1880-81**
§ 1er Produit des cotisations. .	13.600	11.724 50	13.700
§ 2. — des publications.	3.620	1 515 50	3.120
§ 3. Recettes diverses	7.890	7.647 17	8.985
TOTAUX.	25.110	20.887 17	25.805

Les recettes effectuées du 1er novembre 1879 au 1er octobre 1880 étant de.	20.887 17
L'encaisse au 31 octobre 1879 étant de.	4.050 35
LE TOTAL GÉNÉRAL DES RECETTES EST DE.	24.937 52

NATURE DES DÉPENSES	DÉPENSES		
	PRÉVUES pour **1879-80**	EFFECTUÉES en **1879-80**	PRÉVUES pour **1880-81**
§ 1er Personnel.	1.200	1.200 »	2.400
§ 2. Frais de logement	6.200	6.154 97	6.250
§ 3. Matériel.	1.800	3.122 34	1.700
§ 4. Publications.	14.500	8.106 41	14.500
§ 5. Dépenses diverses.	2.760	2.693 82	2.570
TOTAUX.	26.460	21.277 54	27.420

Les recettes pour 1879-80 étant de.	24.937 52
Les dépenses	21.277 44
Il restait au 31 octobre 1880.	3.659 98
Les recettes prévues pour 1880-81 étant de	25.805 »
Le total général des recettes pour 1880-81 peut être évalué à.	29.464 98
Les dépenses prévues étant de.	27.420 »
L'excédent des recettes sur les dépenses au 31 octobre 1881 peut être évalué à.	2 044 98

Après quelques explications fournies par le Trésorier, le projet de Budget est adopté par la Société, et les comptes de l'exercice 1879-80 sont renvoyés à l'examen de la Commission de Comptabilité.

M. de Lapparent donne lecture des lettres suivantes :

Notes **Minéralogiques** *sur les* **Pyrénées**,

par M. **Gourdon**.

Pendant l'année 1880, j'ai fait de fréquentes ascensions dans les montagnes pyrénéennes, tant en France qu'en Espagne. Je crois utile de consigner dans cette note, le nom des principales substances que j'ai récoltées au cours de ces expéditions.

Dans le massif des Posets, j'ai recueilli en place près du pic Habana (Haute vallée de Pardina), le *Pyroxène fassaïte*. — Au gisement du grenat chromifère découvert par moi, j'ai pris de beaux spécimens de *Fuschite* avec de miscroscopiques mais très nets petits *cristaux octaèdres de fer chromé*. Dans les montagnes de Sahun se trouvent la *Malacolite*, le *fer arsenical cristallisé*, etc.

Dans la vallée de Louron (Hautes-Pyrénées), les mines de manganèse de Germ m'ont donné de rares et petits cristaux rougeâtres de *blende* identique à celle des Asturies, et des cristaux brun-rouge brillants que mon collègue de la société Ramond, le pasteur E. Frossard, croit être du manganèse phosphaté.

Dans la vallé du Lavedan, près d'Aulon, j'ai récolté de superbes spécimens de *Diallogite* dans le quartz avec alumine hydratée blanche et de la *Rhodonite*. Sur la route neuve qui va à Aulon est un gisement de *Wollastonite* blanche avec grains de pyroxène vert disséminés dans la masse.

En montant à l'Arbizon par le versant Sud, on rencontre à 2,600 mètres d'altitude environ, dans le calcaire du pic, des filons assez puissants d'*Idocrase* verte radiée en cocardes, et d'*Idocrase* vert-olive bacillaire. Dans le Bassia d'Arbizon j'ai reconnu un nouveau gisement de *Limurite*.

Dans les montagnes de Saint-Béat, j'ai recueilli la tourmaline rose; de la *Grammatite* sur un spilite labradorique (en place); et une superbe *Couzéranite* blanche hyaline dans un calcaire saccharoïde grenu blanc.

En terminant cette courte liste à laquelle cependant je pourrais encore ajouter bien des noms, je remercie mon compatriote et collègue M. le comte de Limur, qui a bien voulu recevoir mes déterminations et les rectifier lorsqu'il y avait lieu.

Note sur la **faille** *de* **Pontpéan,**

par M. **Lebesconte.**

Dans une note stratigraphique, sur le bassin tertiaire des environs de Rennes, que j'ai présentée à la Société géologique le 7 avril 1879, en parlant de la faille de la mine de Pontpéan, qui joue suivant moi un rôle important dans la physionomie actuelle du bassin de Lormandière, — La Chaussérie, — Chartres, par les dislocations qu'elle y a produites, je disais que la diorite avait tout d'abord été injectée par une fissure et que la faille ne s'était produite que plus tard suivant le contact de la diorite; puis après avoir signalé les brisements qui affectent les couches tertiaires et respectent les couches quaternaires, j'ajoutais que la faille de Pontpéan avait dû se produire pendant la formation des dépôts tertiaires. Dans la même séance M. de Tromelin combattit cette manière de voir ; il rapportait la faille de Pontpéan au système paléozoïque (probablement au carbonifère) et non à la discordance entre l'oligocène et le miocène.

« Les failles *s'il en existe dans le terrain tertiaire*, disait M. de Tro-
« melin, ont un effet peu sensible; les dénudations y jouent un rôle
« important et c'est peut-être à cause de ce fait que les couches oli-
« gocènes à échinides se voient à la surface entre les deux îlots falu-
« niens. » Je ferai d'abord observer, que les couches oligocènes à échinides ne sont pas entre deux îlots faluniens ; mais que ces couches, qui se voient à la surface sur plusieurs endroits du dos d'âne du bassin, supportent régulièrement à droite et à gauche, d'abord toutes les couches tongriennes marines, puis les couches tongriennes fluvio-marines et enfin les couches faluniennes. Il n'y a donc pas là dénudation, mais bien relèvement de toutes les couches du bassin.

Je regrette ensuite que M. de Tromelin semble rejeter les failles pour donner un rôle exclusif aux dénudations. Dans mon travail j'indique au contraire les deux causes réunies. Les dislocations du bassin n'ont pu se produire sans mouvements violents des eaux et par conséquent sans dénudations. Les 140 mètres de tertiaire à la mine ne donnent certes pas l'épaisseur naturelle des couches ; il y a eu là d'abord glissement du tertiaire, puis remplissage. — Enfin pour l'âge du filon de Pontpéan, je rappellerai d'abord M. Daubrée répondant à M. de Tromelin, dans la même séance, que les filons anciens présentent souvent des réouvertures récentes ; puis je donnerai quelques phrases d'un rapport fait récemment (mars 1880) sur la mine de Pontpéan, par M. Fuchs.

Parlant de la roche dioritique, qui se développe tantôt au toit, tantôt au mur du gisement, M. Fuchs ajoute : « On peut conclure de « ce fait que son arrivée est antérieure à celle du filon lui-même, et « que le remplissage métallifère ayant coïncidé avec une réouverture de la fracture par laquelle elle s'était fait jour elle-même, « constitue, pour ainsi dire, la phase finale de son apparition. — « Enfin tout l'ensemble du gîte est recoupé par une faille argileuse, « toujours située dans le voisinage et quelquefois au contact même « de la diorite, qui porte le nom de faille bleue et dans laquelle on « trouve, au milieu de l'argile, des fragments toujours brisés de galène et de blende. Cette faille constitue donc une réouverture stérile du filon et est nettement postérieure à ce dernier; elle est sans « doute loin d'être unique, puisque l'on connaît, dans le mur du « filon et à une quinzaine de mètres de ce dernier, une faille parallèle « qui présente les mêmes caractères sur une échelle moindre et à « laquelle on a donné le nom de fine. — C'est à ce *système de failles* « qu'il faut rattacher la dénivellation constatée dans les épontes du « filon, dénivellation par suite de laquelle le schiste encaissant du « toit est rejeté à la profondeur de 160 mètres, toute la partie supérieure étant remplie par une formation détritique que l'on range « parmi les terrains tertiaires supérieurs. »

M. **Stuart Menteath** présente une Carte géologique au 200,000^e^ des Pyrénées occidentales, depuis le Pic d'Orhy jusqu'à Orio et Saint-Jean-de-Luz, exécutée entièrement d'après des observations personnelles sur le terrain, aidées par des déterminations de fossiles dont il est redevable à MM. Etheridge, Fischer, Hébert, Munier-Chalmas et Renault. Il résume de la manière suivante les premiers résultats de ses études :

Note préliminaire sur la **Géologie** *des* **Pyrénées** *de la* **Navarre**, *du* **Guipuzcoa** *et du* **Labourd**,

par M. **Stuart Menteath**.

Tout le grand massif de montagnes représenté par M. de Verneuil comme Crétacé autour de Sumbiila et « Zubieta » (de la Carte géologique d'Espagne), appartient au Terrain de transition, limité par le Trias et le Terrain houiller : un petit lambeau de Trias, près Vera, explique l'erreur. Le Terrain jurassique, que M. Menteath a trouvé en 1868, un peu au Sud d'Arroyoz, s'étend dans la vallée de Bastan jusqu'au Nord d'Elizondo, et a laissé des lambeaux même au Nord-Ouest de Maya. Le Corallien est bien caractérisé depuis Saint-Pé jusqu'auprès de Béhobie, et le Lias moyen est fossilifère au Nord de Sare. Le Crétacé inférieur se montre vers la haute crête de Velate, recouvert près d'Elzaburu, Oroquieta et Lecumberri par le Crétacé supérieur qui repose parfois directement sur le Jurassique inférieur ou le Trias. Une crête triasique par Venta de Velate, Almandoz et Berrueta limite le Dévonien des Aldudes, indiqué comme crétacé par de Verneuil. Le massif de Velate à Lecumberri est lardé d'ophite parfois enveloppée de schistes crétacés à Orbitolines, mais toujours dans le voisinage apparent ou présumable du Trias. Près des salines d'Aldaz existe un affleurement de Jurassique inférieur. Le Crétacé supérieur de Burguete avec *Orbitolina concava* à la base repose en discordance sur le Trias d'Espinal. De Lecumberri à Leiza des affleurements jurassiques et néocomiens sont exceptionnellement riches en fossiles. Une petite couche charbonneuse dans le Néocomien, près de Leiza, paraît analogue au charbon de Hernani et Fagollaga, au-dessus duquel se trouvent les *Orbitolina conoidea* et *discoidea*. Le Néocomien se montre vers Lacarre et passe par le sommet du Pic d'Aphanice. Le Trias étant distinct des quartzites des Aldudes, le Grès rouge dévonien de M. Magnan est inadmissible. Le Dévonien inférieur est très fossilifère entre Eharce et Saint-Jean-Pied-de-Port ; parmi les entroques, le *Cyathocrinus pinnatus* se retrouve en masse dans la forêt d'Irati; des griottes dévoniennes se montrent près d'Echalar et Biriatua. Le Carbonifère supérieur fournit des plantes caractéristiques sur une étendue considérable au Nord d'Eugui ; il se montre entre Esterencuby et Behobie, et, moins bien caractérisé, entre Mendive et la forêt d'Irati, de Sumbilla à Urdax, etc. ; entre Urdax et La Rhune il fournit des plantes caractéristiques. Le Permien de La Rhune de MM. Garrigou et Magnan est une simple erreur stratigraphique ; mais certains poudingues calcaires au-dessous du Trias, au Sud de Mendive et près Bidarra et Vera, restent à classer. Plus de 60 affleurements d'ophite, représentés sur la carte, accompagnent le Trias ou indiquent son voisinage. L'examen microscopique de la plus grande partie indique un type de roche trappéenne plus ou moins altérée et parfaitement distincte des porphyres quartzifères ou fedspathiques qui, parfois verdis par le chlorite, occupent le Terrain de transition. L'ophite le mieux conservé se trouve au-dessous du Trias de La Rhune ; cette roche, augitique et en partie spilitique, ressemble aux dolérites des environs d'Edimbourg et a altéré en jaspe des portions du grès triasique du toit. Le granite des Trois-Couronnes ou Haya est éruptif et postérieur au Trias. Le granite laurentien signalé par M. Magnan à Sare est l'ophite décomposée entre le Trias et le Lias.

M. de **Lapparent** fait observer qu'aucun des pointements ophitiques signalés par M. Stuart Menteath ne se fait jour dans les régions où le Trias couvre de grandes surfaces. Ces pointements n'apparaissent en compagnie du Trias, que là où ce terrain forme des lambeaux disloqués, venus à la surface à la faveur des bouleversements qui ont rompu les assises surincombantes. Il lui paraît donc légitime d'admettre que l'ophite est non pas une formation subordonnée au Trias, mais une roche éruptive dont l'épanchement a coïncidé avec les dislocations qui ont fait venir ce dernier terrain au jour en beaucoup de points où sa présence est inattendue.

M. Menteath répond qu'il veut se restreindre pour le moment à la simple énumération de faits d'observation en écartant toute application générale.

M. Gaudry analyse la note suivante :

Sur le **Cours de Botanique fossile,** *fait au Muséum d'Histoire naturelle*, par M. B. **Renault,**

par M. le marquis **de Saporta.**

Le livre que je présente à la société, de concert avec M. A. Gaudry, au nom de M. B. Renault, comprend en un volume accompagné de vingt planches la première année de son cours de Botanique fossile. Ce cours mérite assurément de fixer l'attention, non seulement par la nouveauté des matières que l'auteur y a traitées, mais aussi par le grand nombre des découvertes qu'il y a consignées et dont beaucoup lui appartiennent en propre.

Il y a là, on peut le dire, des perspectives qui étendent largement le cercle de nos connaissances en paléontologie végétale.

Je ne puis avoir la pensée de reprendre un à un ces divers points, pour les analyser; je me contenterai d'en effleurer quelques-uns et d'insister sur ce que leur ensemble comporte de plus saillant, en fait de résultats généraux.

Je ne m'arrêterai pas sur les notions préliminaires qui ouvrent le volume, comme une introduction nécessaire à un cours de Botanique fossile. Tout ce qui fait l'objet de cette science, ce qui tient à l'état matériel des fossiles végétaux, l'historique même des travaux qu'ils ont provoqués se trouve exposé fort clairement en un petit nombre de pages.

Je ne retiendrai qu'une seule des observations de l'auteur parce qu'elle tend à faire sortir fort ingénieusement, de l'examen des anciens bois de Gymnospermes paléozoïques, des notions relatives aux conditions climatériques de l'époque des houilles.

De même que les cercles concentriques de nos bois dicotylédones annoncent la succession de périodes alternatives d'activité et de repos, périodes correspondant à nos saisons, de même le bois tout à fait ou presque homogène de la plupart des types arborescents du temps des houilles, en particulier des plus caractéristiques d'entre eux, comme les Cordaïtées et les Sigillariées, semble dénoter l'uniformité à peu près absolue du climat des périodes primitives. Cette égalisation est encore attestée par la présence des mêmes formes spécifiques sur des points très éloignés du terrain carbonifère, soit en latitude, soit dans le sens des longitudes.

Partout où se sont étendues les explorations, des espèces semblables de calamites, de fougères, de lépidodendrées et de sigillaires reparaissent combinées dans le même ordre et sans variations appréciables, que l'on soit autorisé à rapporter à des distinctions de climat.

Diploxilées. — Au milieu de ces types déjà très divers, les uns cryptogamiques, les autres gymnospermiques, d'autres encore controversés, M. Renault a fait choix, pour le mettre en lumière, d'un groupe de plantes représenté dans la nature vivante par les seules Cycadées et auquel il applique la dénomination de *Diploxylées.*

La particularité de structure anatomique d'où dérive ce terme de *Diploxylées* avait été signalée avant M. Renault. Le genre *Diploxylon* a été créé par Corda d'après une tige du carbonifère de Bohême qui présente une double région ligneuse, c'est-à-dire une deuxième région ligneuse concentrique et interne par rapport à celle qui entoure la moelle et qui existe seule chez nos Dicotylédones. Cette seconde région ligneuse, contiguë à la principale au point où se trouvent exclusivement situés les vaisseaux et les trachées, chez les Gymnospermes, s'étale en sens inverse de l'autre et s'avance plus ou moins vers le centre de la moelle, d'où la dénomination de « bois centripète » que lui applique M. Renault. La dualité de la formation ligneuse se retrouve avec des variations dont l'amplitude est considérable dans toutes les familles de plantes du groupe des Diploxylées.

Seulement, chez les Sigillariées, cette dualité se montre aussi bien dans la tige même que dans le faisceau qui dessert les feuilles, tandis qu'elle s'atténue ou s'efface partiellement chez les Cordaïtées, les Cycadoxylées et enfin chez les Cycadées, dernières survivantes d'une catégorie végétale jadis puissante, mais qui a rapidement décliné à la fin de la période carbonifère.

M. Van-Tieghem, l'éminent botaniste, avait déjà fait ressortir (1) le rapport inattendu que la présence d'un double faisceau dans la feuille établissait entre les Cycadées et les Sigillaires, avec cette différence pourtant que dans la première de ces familles la dualité existe seulement dans le faisceau foliaire, tandis que dans la seconde la distinction des deux régions ligneuses, centripète et centrifuge, s'étendait jusqu'à la tige même d'où part le faisceau qui dessert la feuille. Il était réservé à M. Renault de poursuivre l'étude d'un semblable caractère et d'établir sur des bases définitives l'anatomie et l'organographie comparées des types chez lesquels il se manifeste. Ajoutons que plusieurs de ces types (Poroxylées, Cycadoxylées, Cordaïtées) étaient inconnus ou très imparfaitement décrits avant lui.

On voit par ce qui précède, que le trait distinctif commun à l'ensemble des Diploxylées n'a rien d'absolument fixe dans les diverses familles du groupe. Il tend au contraire à s'atténuer chez certaines d'entre elles et à prendre l'apparence d'un dernier vestige, encore visible chez les Cycadées, mais qui aurait pu achever de disparaître dans d'autres types. Il est bien certain en tous cas, que les Taxinées et les Conifères, en dépit de leur parenté avec les Cycadées, ne présentent aucune trace de « double bois » ni dans la tige ni dans les feuilles. Il faut remarquer en même temps que ces Gymnospermes « non Diploxylées » sont justement celles dont le corps ligneux, par suite de la permanence d'une zone reproductrice cambienne, s'entoure, comme chez les Dicotylédones propres, d'anneaux annuels successifs, destinés à l'accroissement de la tige. On sait que ce mouvement d'expansion opéré dans le sens du diamètre a pour effet le crevassement puis le rejet au dehors des parties vieilles de l'écorce. Mais de même que cette organisation se trouve maintenant et depuis longtemps en rapport exact avec les saisons qui président aux phases de la végétation, il est par analogie, naturel d'admettre que l'organisation « diploxylée », plus riche à certains égards, bien que destituée de ces anneaux d'accroissement, correspondait de son côté à l'uniformité climatérique des premiers temps. Cette circonstance expliquerait à la fois et le déclin des Diploxylées à la fin des temps paléozoïques et l'essor rapide des Gymnospermes monoxylées et plus tard des vraies Dicotylédones, à partir des temps secondaires, à mesure que les alternatives de repos et d'activité végétale tendaient à s'introduire et à se prononcer.

---

(1) Voy. Sachs, *Traité de Botanique* trad. par Van-Tieghem, p. 573; note au bas de la page.

Effectivement, le contraste entre les deux organisations antagonistes est évident dès que l'on soumet à l'analyse le plan de structure des tiges de part et d'autre, comparées. — Dans le groupe des Diploxylées, la région ligneuse est tantôt double dans la tige comme chez les Sigillariées, et alors elle présente une richesse de composition bien supérieure à celle d'aucune des tiges que nous avons sous les yeux; tantôt au contraire elle est simple, comme le montrent les Cordaïtées fossiles et les Cycadées du monde actuel, la duplicité restant l'apanage du seul faisceau foliaire; mais dans ce dernier cas, autant que dans l'autre, le bois primaire centrifuge, après avoir acquis une certaine épaisseur, ne donnait jamais naissance sur sa périphérie à une répétition d'anneaux concentriques et successifs. Les tiges anciennes, rapidement développées n'accroissaient plus notablement le diamètre de leur bois; elles continuaient pourtant à grossir, mais par un processus qui leur était particulier et que les études de M. Renault ont mis parfaitement en lumière. L'épaississement avait lieu par l'écorce, toujours occupée à l'intérieur par des îlots de tissu hypodermique, intercalés au milieu d'une masse parenchymateuse. C'est donc uniquement ou du moins principalement par la région corticale que s'opérait l'accroissement en diamètre de ces tiges et par suite la dilatation des cicatrices laissées par la chute des feuilles chez les Cordaïtées, ainsi que la mise en saillie des compartiments superficiels auxquels les Sigillaires doivent leur nom; on sait que ces compartiments résultaient de l'accrescence des coussinets foliaires ou résidus des bases de feuilles, après le détachement de ces organes.

Il est juste d'observer que cette même organisation, moins nette ou moins parfaite, si l'on veut, mais bien reconnaissable, se montre dans les tiges de Cycadées. Lorsque l'on pratique une coupe transversale de leurs troncs, on remarque des vestiges de la région ligneuse centripète dans les faisceaux épars qui parcourent la région médullaire; autour de cette région, la zone ligneuse se trouve réduite à un anneau plus ou moins épais et en dehors se montrent les îlots de bois cortical et de liber entremêlés qui remplacent les anneaux annuels. Un phénomène d'accrescence tout spécial donne à la longue du relief aux bases persistantes des frondes tombées et constitue à ces tiges un revêtement extérieur sur lequel j'ai été un des premiers à attirer l'attention. Il ne manque à nos Cycadées pour ressembler tout à fait aux types qui leur étaient associés dans l'âge paléozoïque que l'activité prodigieuse qui présidait aux actes végétatifs des Cordaïtées et des Sigillariées; mais cette lenteur de croissance, cette intermittence prolongée et irrégulière dans l'apparition des nouvelles pousses, qui caractérisent les Cycadées, constituent peut-être la véritable cause de leur résistance aux phénomènes d'élimination qui entraînèrent les autres Diploxylées, lorsque les conditions originaires auxquelles était dû leur essor eurent fait place à un nouvel ordre de choses. S'il en a été ainsi, les plus faibles et les moins parfaites, parmi les Diploxylées, auraient seules survécu au déclin et à la disparition de tout le reste du groupe. En effet, c'est seulement à partir de cette disparition, que les Cycadées et les Conifères commencent à prendre l'essor et à obtenir la prédominance. Il se peut que jusqu'à ce moment dont la date doit être fixée à la fin du permien, ces deux groupes, antérieurement obscurs et subordonnés, fussent confinés à l'écart, sur le penchant des montagnes, là justement où l'influence des saisons, d'abord à peine marquée, a dû se faire sentir pour la première fois.

Sigillariées. — Parmi les types passés en revue par M. Renault, il en est deux qui doivent plus que tous les autres fixer nos regards, parce que ce savant plus que tout autre, s'est efforcé de pénétrer le secret de leurs diverses parties. Je veux parler des Sigillariées et des Cordaïtées.

Les Sigillariées, malgré leur extrême abondance dans certaines couches du terrain houiller, sont encore l'objet de bien des controverses, et leur nature véritable est sinon entièrement inconnue, du moins contestée avec acharnement. Ajoutons que les notions encore imparfaites que l'on a de leurs organes reproducteurs expliquent ces incertitudes.

D'une part, en effet, à l'exemple de Schimper et de Williamson, les Sigillaires sont réunies aux Cryptogames et considérées comme alliées de très près aux *Lepidodendron;* d'autre part, l'école de Brongniart, suivie par Grand'Eury et par M. Renault range, avec raison selon moi, les Sigillaires parmi les Phanérogames Gymnospermes. La structure anatomique des tiges de Sigillaires, si bien élucidée dans un mémoire célèbre de M. Brongniart, découvre par le plan et les détails principaux une telle analogie avec les parties correspondantes des Cycadées qu'on ne saurait sans anomalie confiner les deux groupes dans des embranchements séparés. Tout au plus pourrait-on supposer que les Sigillaires, moins nettement phanérogames et aussi plus anciennes que les autres Gymnospermes eussent donné lieu à une sorte de transition vers les plus parfaites des Cryptogames, représentées par le type des *Lepidodendron.* Quoi qu'il en soit d'ailleurs d'une question que l'observation directe des organes reproducteurs pourra seule trancher, il est certain que les patientes analyses de M. B. Renault ont puissamment contribué à établir sur des bases définitives le plan de structure des tiges de Sigillaires ; il a exposé en même temps les variations de ce plan dans les divers sous-types que comprenait cette puissante famille et qui tenaient au développement relatif de l'une des deux régions ligneuses, accolées et orientées en sens inverse, que renfermait leur tige.

C'est ainsi que dans les *Diploxylon* de Corda, de même que dans le *Sigillaria vascularis* de Binney, la zone du bois centripète affectait un développement suffisant pour constituer un cylindre régulier et continu à l'intérieur du bois centrifuge, celui-ci demeurant faible et peu étendu. C'était le contraire justement dans les *Sigillaria elegans* de Brongniart et *spinulosa* Gr. et Ren., où le bois centripète ne donnait lieu qu'à des faisceaux isolés sur les parois de l'étui formé par le bois centrifuge.

Stigmaria. — Les études de M. Renault ont encore contribué à éclairer la vraie nature des *Stigmaria,* cet appareil radiculaire des Sigillaires, demeuré jusqu'à présent problématique à bien des égards.

Les *Stigmaria* sont-ils de simples prolongements radiculaires de la base des troncs de Sigillaires, où bien ont-ils constitué jadis des plantes à part, souterraines, circulant sur un plan horizontal au sein de la vase des marais où se déposait la houille ? — Ces deux opinions invoquent des raisons plausibles, puisque, d'une part, on a pu voir en place des tiges de Sigillaires continues inférieurement avec des *Stigmaria* et que, d'autre part, il existe des couches carbonifères presque uniquement composées de Stigmariées avec leur structure normale, s'étendant et se superposant horizontalement, sans émettre nulle part de tiges verticales, assimilables à des Sigillaires et sans que les lits ainsi formés en fournissent aucun vestige. Ce dernier fait a été encore vérifié tout dernièrement par M. Grand'-Eury dans une visite de ce savant aux mines de houille de la Haute-Silésie. Le cours de M. Renault donne, à ce qu'il me semble, la solution vraie du problème, en démontrant que les Stigmariées du groupe de *S. ficoides* étaient de véritables rhizomes et que leurs appendices fusiformes représentaient tantôt des radicules, tantôt des sortes de feuilles charnues et souterraines. Dès lors les Stigmariées pouvaient végéter longtemps, s'étendre et se multiplier dans le fond des houillères, avant de donner naissance aux tiges verticales, aériennes et fertiles, auxquelles nous appliquons le nom de Sigillaires. On conçoit que dans certains cas, à l'exemple de bien des mousses qui ne fructifient presque jamais, les Stigmariées aient végété et se soient multiplié au point de remplir des couches entières, sans cependant s'élever en produisant des Sigillaires.

M. Renault serait porté à croire qu'il en a été surtout ainsi dans les époques primitives dont les dépôts sont aussi riches en Stigmariées que pauvres en Sigillaires.

Cordaïtées. — Avant de terminer ce compte rendu que je m'efforce d'abréger, malgré l'importance des enseignements à analyser, je voudrais dire quelques mots sur les Cordaïtées, ces végétaux si remarquables, les plus élevés à ce qu'il semble de ceux que la classe des Gymnospermes comprenait à l'époque carbonifère.

M. Grand'Eury le premier a restitué le port et arrêté la morphologie des Cordaïtées, en décrivant leurs principaux organes. M. Brongniart, avant de mourir, a pu étudier la structure anatomique des graines qui sont attribuées à ce groupe. Après ces deux savants, M. Renault a complété leurs recherches en s'attachant à définir, à l'aide d'échantillons silicifiés, réduits en coupes minces, la structure de leur tige et de leurs feuilles, enfin celles des plus petites parties de leurs organes reproducteurs, mâles et femelles, de leurs chatons, de leurs étamines, de leurs ovules, de leurs grains de pollen, en sorte que l'on peut dire avec pleine raison que les Cordaïtées sont maintenant aussi bien connues que si elles vivaient encore.

Les Cordaïtées appartiennent aux Diploxylées au même titre que les Cycadées, c'est-à-dire que leur cylindre ligneux étant simple elles possédaient pourtant un double faisceau foliaire. Leurs tiges, rapidement évoluées étaient pourvues d'une large moelle semée de cavités séparées par de minces cloisons diaphragmatiques. En dehors du cylindre ligneux qui cernait cette moelle et que traversaient les rayons médullaires, la région corticale était occupée par de nombreux îlots de tissu fibreux, dispersés dans la masse parenchymateuse. Les feuilles rubanées, le plus souvent élargies en coin et tronquées au sommet, des Cordaïtées, présentaient parfois une énorme dimension; elles rappelaient par bien des détails de configuration et de structure celles des Salisburiées et les folioles des Zamiées. Mais ce sont particulièrement les organes mâles et femelles des Cordaïtées que M. Renault est parvenu à restituer, à force de recherches.

Les bractéoles des épillets situés à l'aisselle des bractées des appareils fructificateurs des Cordaïtées entouraient et protégeaient les organes reproducteurs de ces plantes. Les sexes étaient constamment séparés sur des appareils distincts, peut-être même sur des pieds différents.

On voit par les figures très curieuses de M. Renault que les *Cordaianthus* mâles ou épillets mâles des Cordaïtées présentaient des « supports d'anthères » terminés au sommet par plusieurs sacs polliniques dont l'analogie d'aspect avec les parties correspondantes des Gnétacées est assez frappante.

La fleur femelle des Cordaïtées, figurée par M. Renault sous le nom de *Cordaianthus Grand'Euryi* montre un ovule entouré de paillettes ou bractéoles, surmonté de son exostome qui aboutit inférieuremement à une cavité ou chambre pollinique qui renferme encore des grains de pollen. Mais à l'intérieur de cet ovule, on ne reconnaît encore aucune trace du « sac embryonnaire », ni par conséquent des « corpuscules » ou cellules femelles destinés à donner naissance à l'embryon. Conformément à la destination de la chambre pollinique et à ce qui se passe encore sous nos yeux dans le *Salisburia* ou Ginkgo, l'acte fécondateur n'avait lieu qu'après que la graine déjà mûre s'était détachée de la plante mère. Alors seulement le développement du sac embryonnaire se prononçait et les corpuscules paraissaient dans la substance cellulaire qui remplit ce sac. C'est sur la planche 15 du livre de M. Renault que sont représentées des graines adultes de Cordaïtées avec des traces de corpuscules. Mais l'on peut surtout étudier, dans le magnifique ouvrage posthume de M. Brongniart *sur les graines silicifiées* de Saint-Étienne, l'endosperme de ces graines et reconnaître les corpuscules situés de chaque côté du mamelon terminal du nucelle ou mamelon d'imprégnation, situé immédiatement au-dessous de la chambre pollinique. On retrouve dans cette chambre les grains de pollen. M. Renault indique même la présence probable de plusieurs oosphères ou rudiments d'embryon dans la cavité corpusculaire d'un *Cordaispermum* ou graine de Cordaïtée. Il est impossible de ne pas faire remarquer l'extrême analogie de structure et de disposition que présentent les parties essentielles de l'ovule des Cordaïtées comparées aux parties correspondantes du *Salisburia* ou Ginkgo. Cette analogie doit être signalée avec d'autant plus de raison que de toutes les Gymnospermes monoxylées actuelles, le Ginkgo est réellement celle qui rappelle le plus les Cordaïtées par ses feuilles, ses organes sexuels et sa graine. J'ajouterai même que la présence dans le terrain carbonifère de véritables Salisburiées confirme ce rapprochement. Enfin, la structure relativement complexe des grains de pollen des Cordaïtées avec leur tégument extérieur (extine) finement réticulé et la division pluricellulaire de leur endospore ne saurait être passée sous silence. De nos jours, les grains de pollen des plantes tout à fait supérieures (Angiospermes) sont unicellulaires; mais on remarque justement des grains de pollen bi-tricellulaires chez les Conifères et les Cycadées. A ce dernier égard, les plus parfaites des Diploxylées paraissent avoir présenté une structure à la fois plus complexe, moins réduite, mais aussi moins distante de celle que l'on observe dans les microspores des Cryptogames à prothalles inclus ou sub-inclus.

Par là comme par d'autres points, la distance entre les deux embranchements se trouve notablement amoindrie.

C'est aux patientes recherches, à l'esprit d'observation, à la sûreté de main dans les préparations microscopiques, à la portée d'esprit dans le jugement de M. Renault que nous sommes redevables de cette série de découvertes qui honorent notre pays et nous en promettent une foule d'autres non moins merveilleuses que celles qui font l'objet du cours de Botanique fossile professé au Muséum.

M. Gaudry fait la communication suivante :

Sur les **nouveaux fossiles** *que M.* **Lemoine** *a découverts près de* **Reims,**

par M. Alb. **Gaudry.**

M. Lemoine, qui a déjà fait de si curieuses recherches dans l'Eocène inférieur, m'annonce de nouvelles découvertes très intéressantes à Cernay, près Reims. Il me prie d'en faire part à la Société géologique.

M. Lemoine signale d'abord un crâne entier de l'*Arctocyon Dueilii* d'une fort belle conservation ; il remarque que les canines très grandes, à arêtes tranchantes contrastent par leur type carnassier avec la disposition des molaires ; la région frontale est déprimée comme chez le crocodile ; la boîte crânienne est fort petite ; ainsi que dans l'*Arctocyon* de La Fère, l'occipital présente en arrière un grand prolongement ; une crête verticale occupe tout le haut du crâne. M. Lemoine a trouvé de nombreux os des membres, notamment une omoplate, remarquable par la bifurcation de sa crête épineuse et par son acromion à double tête annonçant une clavicule très développée. Les métatarsiens et les phalanges indiquent un pied court et large.

Grâce aux nombreux os successivement recueillis, notre confrère de Reims connaît maintenant le squelette entier du *Pleuraspidotherium Aumonieri* qui présente un mélange intéressant de caractères de lémurien et de pachyderme. Il a trouvé plusieurs pièces du *Protoadapis Copei*, de l'*Hyænodictis* et du *Lophiodochœrus*. Mais, si elle se confirme, la découverte la plus importante serait celle d'une espèce du curieux genre *Plagiaulax* que MM. Owen et Falconer ont autrefois signalé dans l'étage du Purbeck. M. Lemoine lui rapporte de singulières dents minces, courbes et rayées ; il a recueilli un fragment de mandibule avec une incisive unique en place, les alvéoles des deux premières prémolaires, et la troisième prémolaire bien intacte. Il attribue au même animal une série de molaires, un axis à faciès marsupial avec une profonde cupule inférieure, et une moitié de fémur de forme très étrange. En outre, M. Lemoine a découvert des os de tortue, de caïman, de *Simœdosaurus*, de petits lacertiens, d'*Amia*, de *Lépidostée*, d'*Eupterornis* et de deux espèces de *Gastornis*. Il possède maintenant la tête presque entière du *Gastornis Edwardsi :* « Cette tête, dit-il, paraît avoir été deux fois plus volumineuse que celle de l'autruche ; sa complication était plus grande, et ses os beaucoup plus développés ; ses mâchoires supérieures sont bien remarquables par la présence d'une série de pseudo-alvéoles qui rappellent des alvéoles atrophiées de reptiles. C'est là une forme transitoire entre le bec à dents des oiseaux de la craie et le bec des oiseaux actuels. Le *Gastornis* ne devait pas avoir de véritables dents, mais des épaississements tout spéciaux de la corne du bec. Celui-ci devait présenter particulièrement vers son tiers antérieur une forte dent indiquée par une protubérance de l'os. Le bec se terminait par une pointe acérée. »

M. Lemoine a tout seul le mérite des remarques que je transmets à la Société géologique. Je tiens uniquement à dire combien j'admire la patience et la perspicacité dont fait preuve ce savant paléontologiste, car l'état d'isolement dans lequel il rencontre les débris fossiles, rend leur détermination particulièrement difficile.

Le secrétaire analyse la note suivante :

Sur les **directions des failles**

par M. O' Reilly.

En parcourant la *Revue de géologie* pour les années 1877-1878, par MM. Delesse et de Lapparent, je trouve p. 228, une Notice des travaux de M. Ern. Favre sur la géologie de la Crimée. Mon attention y a été attirée tout particulièrement, par le fait si remarquable qu'il y constate, relativement à l'existence d'une grande faille traversant la mer Noire du cap Emineh dans la direction de la côte sud de la Crimée.

Il dit dans son mémoire : « Cette chaîne qui s'abaisse vers le Danube par une plaine doucement inclinée, ou par des plateaux « étagés en gradins, est limitée du côté Sud par une grande faille « qui aboutit au cap Emineh sur la mer Noire. Continuée en ligne

« droite, cette faille correspond exactement au rivage méridio-
« nal de la Crimée, au sud duquel la mer atteint subitement une
« grande profondeur. — Ainsi la chaîne Taurique est le reste du
« versant septentrional d'une chaîne qui se trouvait à la place où
« sont aujourd'hui les profondeurs de la mer Noire. Cet affaissement
« date probablement de l'époque miocène. »

Or cette question des failles, de leur importance, et de leurs relations angulaires, m'occupe depuis quelques années comme théorie générale, et je prie votre Société de me faire l'honneur d'agréer l'hommage de mes quelques mémoires à ce sujet. A l'appui de cette théorie, je cherche des faits ou plutôt les faits me viennent de tous côtés, et je vois dans celui constaté par M. Favre, une preuve entre cent autres à l'appui de cette théorie sur la corrélation des lignes de direction des côtes.

Parmi les grands cercles de direction qui furent tracés par moi sur un globe selon les conditions angulaires requises par la théorie en question, j'en ai transféré sur une carte d'Europe, deux seulement :

Celui dit : Axe de Sumatra, et
— Côte Nord d'Afrique.

Le premier passe à Derbend, traverse l'Europe de l'E. à l'O, et sort au cap d'Ouessant. Partout sa direction traverse des contrées affectées par des tremblements de terre. C'est donc une ligne séismique. Or une ligne à 40° avec ce grand cercle tirée de manière à passer à Kaffa sur la côte sud de la Crimée, passera justement au cap Emineh et représente donc la faille constatée par M. Favre. La prolongation de cette ligne passe par Corfou et Syracuse, points séismiques.

De plus la côte nord de la mer d'Azof est indiquée par une ligne parallèle à cette ligne et sa continuation suit les cours du Danube entre Bassova et Sistova.

De même la côte N.-O. de l'Asie Mineure entre Erekli et Amasserah, est définie par une ligne ayant la même direction.

Avec cette direction, celle de la côte E. de l'Adriatique fait un angle de 70° (soit 30° avec l'axe de Sumatra).

J'ajouterai simplement comme fait remarquable que la direction du Rhin entre Mayence et Wesel paraît faire avec ce même cercle un angle de 70° et que sa prolongation passe au sud à Malte et au nord aux îles Shetland parallèlement à la direction générale de la Grande-Bretagne. L'intersection de ces deux directions correspond comme position à un centre d'action séismique actuellement le plus remarquable de l'Europe centrale.

Les parallèles à ce grand cercle (direction de l'axe de Sumatra), sont également intéressantes comme lignes de direction de fleuves et de côtes.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante, communiquée par M. Tournouër :

Sur l'importance de la **loge centrale** *chez les* **Nummulites**, *lettre de* M. **de la Harpe**

à M. *Tournouer.*

M. Munier-Chalmas, dans une récente communication à la Société géologique de France, a émis l'idée que les Nummulites à chambre centrale et sans chambre centrale, associées par couples, ne sont que les deux âges de la même espèce.

J'ai pu discuter la question avec M. de Hantken, le célèbre nummulitologue de Hongrie, qui m'a apporté de la part de M. Munier-Chalmas lui-même, le compte rendu de la séance du 15 mars, où ses idées sont exposées. Nous nous sommes trouvés d'accord sur tous les points ; nous nous serions contentés de cet accord et nous aurions gardé le silence, si vous ne terminiez votre lettre par ces mots : « Si la solution n'est pas bonne, il ne faut pas qu'elle s'ac« crédite dans la science. Si elle est bonne, il faut l'accepter franche« ment ; c'est une simplification ! »

Voici donc notre réponse. Veuillez l'accueillir comme l'expression de notre manière de voir à tous les deux, et en faire l'usage que vous jugerez convenable.

Et d'abord observons que le premier germe de l'opinion de M. Munier-Chalmas se trouve dans la *Monographie* de d'Archiac et Haime. Déjà à propos de leurs *N. intermedia* et *garansensis* nous voyons qu'ils ne séparent pas les grands individus sans chambre centrale des petits à chambre centrale. Il est vrai qu'ils semblent même ignorer la présence de deux formes sous chacun de ces noms, puisqu'ils indiquent la présence d'une vacuole centrale comme un caractère de ces deux espèces. — Mais plus loin, à propos des *N. spira* et *exponens*, ils figurent, à côté des grands individus sans chambre centrale, d'autres individus plus petits, qui en ont une, et ils les nomment les *jeunes* des premiers (voir pl. X, fig. 8, a ; XI, fig. 4^b.) — Ainsi l'idée n'est pas complètement neuve.

Avant d'aborder la question elle-même, il serait bon de rectifier une expression de M. Munier-Chalmas. Il dit que « les petits indi-

« vidus ont une loge centrale *très grande*, tandis que celle des individus de grande taille est relativement *très petite.* » Cela pourrait prêter à une fausse interprétation. Il vaudrait mieux dire que chez ces derniers elle n'est *pas visible* du tout, même a une très forte loupe, tandis que chez les premiers elle est plus ou moins grande, mais toujours *nettement apparente*.

Sur quelles raisons M. Munier-Chalmas base-t-il son opinion ?

Il en donne deux :

La première, c'est qu'il n'existe pas « *d'intermédiaires* entre ces deux formes. » Nous pensons que c'est de leur *taille,* ou de leur grandeur, qu'il veut parler; autrement cet argument se tournerait en plein contre sa manière de voir. Car il est évident que si entre deux formes il n'y a pas d'intermédiaires, on les sépare et on ne les réunit pas.

Examinons cette première question sous toutes ses faces.

Si M. Munier-Chalmas pense qu'il n'existe pas d'intermédiaire entre les jeunes de la grande espèce et les adultes de la petite, en ce concerne leur *taille*, il est dans la vérité s'il prend pour exemple les *N. lævigata* et *Lamarcki* des environs de Paris, mais il est dans l'erreur pour celles d'Angleterre, de Belgique et encore plus pour celles de Hongrie. Ici l'on rencontre fréquemment de jeunes *lævigata* (*Hantkeni*, Munier-Chalmas) que l'on ne peut distinguer *extérieurement* d'une grande *Lamarcki* du voisinage.

Parmi les *N. planulata* également, il y a un bon nombre d'individus dont la taille tient le milieu entre les petits à loge centrale, auxquels nous donnons le nom de *N. elegans*, et les grands sans loge centrale, auxquels nous conserverons le nom donné par Lamarck. Enfin pour le *N. variolaria*, Sow., le fait est plus frappant encore : on est presque toujours obligé de briser ces petites nummulites de Paris, de Bruxelles, de Gand, de Stubbington ou de l'île de Wight pour savoir si, oui ou non, elles ont une chambre centrale, et si l'on doit les ranger parmi les *N. Heberti* ou *variolaria.*

Il y a donc des *intermédiaires de taille.*

On devrait également trouver des *intermédiaires dans la spire* de ces deux formes. Si les jeunes ont une loge centrale et si les adultes, leurs compagnes, n'en ont pas, les moyennes, ces intermédiaires de taille dont nous venons de constater l'existence, devraient nous montrer le passage entre une forme et l'autre.

Si en grandissant, les nummulites « résorbent leur grande loge centrale » et qu'à sa place « elles prolongent leur spire à l'intérieur » on devrait sur cent, sur mille échantillons en trouver quelqu'un qui présente cette transformation en voie de s'opérer; on devrait voir quelquefois cette loge en partie résorbée et cette spire naissante en partie développée. Or, cela n'est jamais arrivé.

On ne connaît donc pas d'*intermédiaires dans les ornements intérieurs.*

Quant aux *ornements extérieurs*, il n'est pas question d'intermédiaires entre les deux formes qui nous occupent; au contraire, tout le débat porte sur des formes associées, dont les surfaces sont identiques, mais dont les ornements internes diffèrent essentiellement

M. Munier-Chalmas dit encore que « d'un autre côté on ne trouve jamais les *jeunes* des nummulites à petites loges. » Ce n'est pas absolument vrai. Je possède des *N. lævigata*, dont le plus grand diamètre ne mesure que 3 millimètres, des *planulata* de 2^{mm} 1/4, des *complanata* de 14; des *Gizehensis* de 10, des *perforata* et des *Brongniarti* de 6 millimètres; c'est-à-dire qu'elles sont 5 à 7 fois moins grandes que les adultes des mêmes espèces. Ces proportions ne sont-elles pas semblables à celles que présentent en général les jeunes Mollusques comparés aux adultes ?

Nous ne pensons donc pas que l'on puisse invoquer l'*absence* des jeunes individus sans loge centrale en faveur de la thèse que nous combattons.

Mais il est un procédé direct et sûr de montrer l'erreur de ceux qui réunissent sous le même nom des nummulites aussi différentes. Il suffit de se mettre en face de la nature et la considérer attentivement.

Prenons deux individus de même taille, de même provenance et d'un même couple, pris l'un dans l'espèce sans loge centrale, et l'autre dans son homologue qui en possède une.

Prenons, par exemple, une *N. lævigata* et une *N. Lamarcki* de Stubbington, sur la côte méridionale d'Angleterre, et analysons leurs caractères.

Fig. 1.

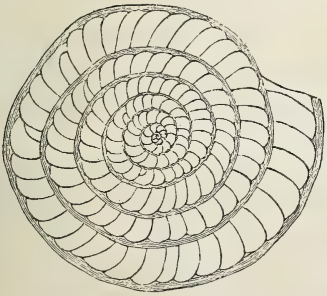


Fig. 2.

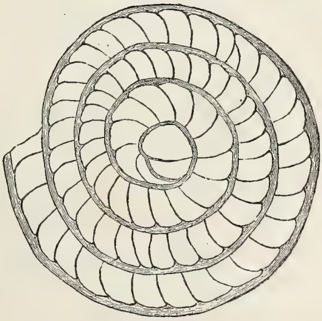


Fig. 1. *Num. Lævigata*, Lam.
Fig. 2. *Num. Lamarcki*, d'Arch., de Stubbington (Angleterre) } grossies dix fois.

La N. *lævigata* est formée d'une spire dont les tours successifs s'*écartent* suivant une proportion régulière qui va toujours *en croissant*, en d'autres termes le *pas* de la spire est régulièrement *croissant* dès le centre jusqu'au bord. Les *cloisons s'écartent* aussi d'une manière régulière en allant du centre vers le bord; à 1/2 millimètre, du centre on en compte 28 à 30; à 1 millimètre, environ 35; à 1m 1/2, environ 40 dans un tour de spire. Enfin les *chambres grandissent* dès le centre jusqu'à la circonférence d'une manière lente et régulière.

La *N. Lamarcki* elle, est formée d'une spire dont les *tours* sont à peu près *équidistants;* le premier tour est même volontiers plus large que les suivants.

La distance entre eux est subégale, le *pas* de la spire est donc *subégal*, parfois même décroissant. Les *cloisons* sont *équidistantes*, en sorte que leur nombre croît beaucoup plus rapidement d'un tour à l'autre. A 1/2 millim. du centre, on en compte 10; à 1 millimètre, 20; à 1 et 1/2, 30 dans un tour entier.

Les *chambres* sont de grandeur presque *égale* dans les diverses parties de la spire.

Ainsi, la *N. lævigata* a un pas croissant, des chambres dont le nombre et la taille grandissent lentement; tandis que la *N. Lamarcki* a un pas égal, des chambres de taille égale, et en nombre rapidement croissant.

Si de pareilles différences n'obligent pas de les tenir séparées, où trouvera-t-on jamais des caractères spécifiques?

Si nous examinons d'autres couples nous aurons dans la plupart des cas la répétition de ce que les *N. lævigata* et *Lamarcki* viennent de nous présenter.

Entre les *N. perforata* et *Lucasana*, par exemple, les différences sont très accusées. Une *Lucasana*, grande, adulte, de 9 millimètre de diamètre, a 8 tours (Dax, Biarritz). Sa spire débute par une grande loge, les tours 1er et 2e sont larges à peu près autant que la loge et plus que les suivants. Les 5 suivants sont équidistants, et les deux derniers ont une tendance marquée à se rapprocher.

Ainsi, sur un rayon de 4 millimètres 1/2, nous voyons le pas d'abord *diminuer*, puis être *égal*, puis *diminuer* encore. Le régime de la spire de la *perforata* est tout différent. Ici les tours s'écartent avec rapidité pendant les 4 ou 5 premiers millimètres, puis ils restent subéquidistants pendant 1 à 3 millimètres, puis ils se rapprochent d'une manière tantôt brusque, tantôt lente, et restent tels jusqu'au limbe. Le pas, d'abord croissant, devient donc large et égal, puis décroissant et enfin égal mais très étroit. Sur un rayon de 4 millimètres, il est *constamment croissant.*

Entre les *N. complanata* ou *distans* et *Tchihatcheffi*, la différence est encore plus grande. Comment associer la première avec ses tours rapprochés au centre, son pas croissant jusqu'à 10 ou 15 millimètres, avec la seconde et son pas légèrement *décroissant* dès le centre à la circonférence. Dans le voisinage du centre les chambres sont dans la *Tchihatcheffi* 4 à 5 fois plus grandes que dans la première. Et cependant la *N. complanata* ne reconnaît que la *Tchihatcheffi* pour homologue à chambre centrale.

Les mêmes observations peuvent s'appliquer aux couples des :

N. Biarritzensis, d'Arch. et *Guettardi*, d'Arch.
— *planulata*, Lam, et *elegans*, Lam.
— *irregularis*, Desh. et *subirregularis*, de la H.
— *vasca*, J et L. et *Boucheri*, de la H.
— *Puschi*, d'Arch. et *Munieri*, Hantk. et de la H.
Assil. spira, de Roissy et *subspira*, de la H.
— *exponens*, Lam. et *mamillata*, d'Arch.
— *granulosa*, d'Arch. et *Leymeriei*, d'Arch.

Dans les couples où la petite espèce possède une spire à pas régulièrement croissant jusqu'au bord, aussi bien que la grande, il est sans doute plus difficile de défendre notre thèse. Ainsi dans les couples des

N. Murchisoni, Brum. et *Heeri*, de la H.
— *Bouillei*, de la H. et *Tournoueri*, de la H.
— *Orbignyi*, Gal. sp. et *Wemmellensis*, de la H. et Van den Br.
— *contorta*, Desh. et *striata*, d'Orb.
— *Heberti*, d'Arch. et *variolaria*, Lam.

Il semblerait au premier coup d'œil que la spire de la grande pourrait passer à celle de l'autre par une simple prolongation dans la direction du centre.

Cependant, en y regardant de près, on verra que le régime de l'enroulement spiral diffère sensiblement de l'une à l'autre, et que dans la petite espèce le premier tour après la loge centrale a *toujours* des cloisons en nombre plus petit et des chambres plus grandes que dans la grande à une égale distance du centre.

En résumé, si les espèces d'un même couple ont quelques caractères communs, savoir des ornements extérieurs analogues, des cloisons de même forme et de même inclinaison, elles ont au contraire bien des caractères différents, savoir des spires dont le mode d'enroulement et de pas diffèrent, des cloisons autrement espacées et distribuées, surtout dans le voisinage du centre, et des chambres de forme, de taille et de nombre différents.

Pour passer d'une forme à l'autre, il ne s'agit donc pas de *prolonger la spire*, mais bien de la modifier dans ses éléments essentiels. La distribution intérieure des deux formes a été faite d'après des plans d'architecture qui sont complètement différents, et qu'il est impossible de faire dériver l'un de l'autre.

Ah! si M. Munier-Chalmas eut émis l'opinion que ces deux formes similaires sont les deux sexes de la même espèce, il eût été plus difficile de lui répondre, tant les circonstances de leur association constante, leur fréquence proportionnelle et l'analogie de leurs caractères extérieurs leur donnent l'air d'un véritable couple. Sans doute on répondra que rien dans l'organisation des Rhizopodes vivants ne permet de supposer chez eux la séparation des sexes. — Mais cette réponse est-elle concluante? — Évidemment non.

Notre conclusion est donc que dans chaque couple de Nummulites il y a des différences anatomiques telles, entre les deux formes avec et sans loge centrale, qu'il est impossible de les considérer comme les deux âges d'une même espèce. Il serait plus vraisemblable de les considérer comme les deux sexes, si nos connaissances actuelles sur la physiologie des Rhizopodes ne s'y opposaient pas.

Nous prions M. Munier-Chalmas d'accueillir avec bienveillance notre opposition à ses vues. Du reste ces divergences tout académiques ne diminueront en rien les sentiments d'estime et d'affection que nous ressentons pour lui.

M. Tournouër présente les observations suivantes :

Guidé par les observations même de la Harpe, j'ai pu en vérifier l'exactitude sur les quatre couples de Nummulites les plus répandues dans le bassin de l'Adour, c'est-à-dire :

N. *perforata* et *Lucasana*,
— *complanata* et *Tchihatcheffi*,
— *exponens* et *mamillata*,
— *intermedia* et *garansensis*.

Dans ces quatre couples, les deux formes se distinguent facilement par les divers caractères si bien analysés par M. de la Harpe; la spire à loge centrale d'un individu de la petite espèce ne pourrait pas être substituée à la spire embryonnaire et parfaitement régulière d'un individu de la grande espèce. — La petite ne peut donc pas être considérée comme la jeune de la grande, d'après les idées du moins que l'on se fait du développement normal et ordinaire d'une coquille enroulée sur un plan horizontal et cloisonnée, comme sont celles des Nautilidées et des Ammonitidées.

Mais le fait de l'association constante de ces deux formes homologues, ce fait paléontologique curieux, si bien mis en lumière par MM. de la Harpe et Hantken, et qui a servi de point de départ à la discussion, ce fait n'en reste pas moins bien singulier.

S'il y a des *intermédiaires de taille* entre les deux espèces d'un même couple, comme l'a dit M. de la Harpe; si le minimum de taille de la grande espèce peut descendre jusqu'au maximum de la petite et peut-être même un peu au-dessous, comme le prouvent les exemples cités par M. de la Harpe, — il me paraît cependant qu'on peut toujours dire avec M. Munier-Chalmas qu'on ne trouve vraiment pas de *jeunes* de la grande espèce; du moins je n'en ai pas encore trouvé pour ma part dans les couples susdits. Je veux dire ceci : dans une carrière quelconque de *N. perforata*, par exemple, qui forme dans le bassin de l'Adour par son agglomération des collines entières, on peut être assuré d'avance que toutes les petites Nummulites jusqu'à un diamètre de 6-8 millim. seront des *lucasana* à loge centrale; et toutes les grandes, depuis ce diamètre jusqu'à celui de 20 ou 25 millim. seront des *perforata* sans loge centrale; mais on ne pourra pas (moi, du moins, je n'ai pas pu) établir une série descendante de *perforata*, depuis 25 ou 20 millim. jusqu'à 2 ou 1, et parallèle par la base à la série de la *lucasana*, ce qui devrait être.

De même pour l'*intermedia* de Biarritz ou de Gaas : toutes les grandes, depuis 10 millim. jusqu'à 6 ou 5, seront des *intermedia*; toutes les petites, depuis 4 ou 5 milim. jusqu'à 2 ou 1, seront des *Fichteli* ou *garansensis* à loge.

Malgré les différences de caractères internes, les deux séries qui s'accompagnent toujours, semblent se suivre et se compléter.

Il y a là évidemment un rapport, un lien zoologique quelconque à déterminer, et j'ai de la peine, je l'avoue, à me défendre de l'idée émise par M. Munier-Chalmas, qu'il y a là non pas deux *espèces* au sens ordinaire du mot, mais plutôt deux *formes*, deux *modes* successifs d'un même type organique, méritant d'ailleurs de conserver deux noms distincts.

Quelque étrange qu'il paraisse avec son effet rétroactif, et quelque brusque que soit le changement de plan, est-il impossible à concevoir dans certains organismes inférieurs ?

Les Rhizopodes ne sont pas des Céphalopodes; les Nummulites ne sont pas des Ammonites, malgré l'analogie de leur coquille cloisonnée où les loges devaient jouer certainement un rôle absolument différent par rapport à l'animal et aux stades de son développement, et ces petits corps appartiennent à une classe inférieure d'organismes où l'*espèce* n'a pas la même signification zoologique que dans des classes plus élevées où l'on est trop porté souvent par habitude d'esprit à prendre ses types de comparaison.

En résumé, j'admets les caractères différentiels reconnus par M. de la Harpe entre les petites Nummulites à loge centrale et les grandes Nummulites d'un même couple qui en sont dépourvues.

Ces caractères me paraissent tels qu'ils auraient une valeur *spécifique* certaine, s'il s'agissait de coquilles de mollusques.

Mais en matière de Rhizopodes, et étant données les conditions particulières des faits constatés, cette valeur me laisse des doutes, et l'hypothèse de M. Munier-Chalmas qui verrait dans ces différences l'expression de deux états ou *modes* d'un même *type* organique, ne me paraît pas inadmissible.

M. **Munier-Chalmas**, répondant aux critiques de M. de Laharpe, dit qu'il a émis dans sa première note, du reste fort courte, *deux hypothèses personnelles*, tout à fait distinctes. A savoir : 1° que les *Nummulites* étaient *dimorphes* ; 2° que les individus *à petite loge centrale* descendaient d'individus *à grande loge centrale*.

La première de ces hypothèses, qu'il considère comme étant la plus importante, est aujourd'hui un fait acquis. De nouvelles observations sur les *Nummulites Murchisoni*, *N. Pratti*, *N. complanata*, *N. perforata*, *N. Brongniarti*, *N. Garansensis*, *N. Aturiœ*, etc., etc., ont confirmé que chaque espèce est représentée par deux stades : 1° des individus plus petits et à grande loge centrale; 2° des individus plus grands, mais à loge centrale très petite. Ces deux phases indiquent également des formes relativement *adultes;* car les individus à grande loge présentent sur leur pourtour, comme ceux du deuxième stade, des cloisons très serrées.

Il existe encore d'autres modifications secondaires que je signalerai plus tard. Quant à expliquer ce dimorphisme par une différence de sexe, on ne peut s'arrêter un seul instant à cette idée qui est contraire en tous points à l'organisation et à la morphologie des Rhizopodes.

Quant à la deuxième hypothèse, qui est relative à la descendance des espèces à petites loges, elle peut encore paraître susceptible de différentes interprétations. M. Munier-Chalmas l'a admise d'après de nombreuses recherches. Les observations de M. Raoul Tournouër démontrent également qu'étant donnée une des espèces qu'il a étudiées, on peut dire avec certitude que tous les individus compris audessous d'une taille x, sont à grande loge, tandis que tous ceux qui sont au-dessus de cette même taille x, sont à petite loge. Ce fait paraît être général.

Séance du 24 Janvier 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Fallot (Emmanuel), docteur en médecine, rue du Cardinal Lemoine, 67, à Paris, présenté par MM. Munier-Chalmas et Bergeron.

Il annonce ensuite trois présentations.

M. Daubrée présente l'ouvrage de M. **Baltzer** sur le contact du granite et des formations calcaires dans l'Oberland bernois.

A propos de la note de M. Stuart Menteath, insérée au dernier compte rendu sommaire, M. **Hébert** présente les observations suivantes :

Le **terrain pénéen** *de la* **Rhune** *et l'étage* **corallien des Pyrénées,**

Par M. **Hébert**.

N'ayant pu assister à la séance du 10 Janvier, dans laquelle M. Stuart-Menteath a exposé les résultats de ses recherches dans les Pyrénées, je prie la Société de me permettre de présenter deux observations sur cet important travail.

Dans le *compte rendu sommaire* de cette séance je lis cette phrase : « Le Permien de la Rhune de MM. Garrigou et Magnan est une simple erreur stratigraphique. » Je ne veux point justifier le travail de MM. Garrigou et Magnan sur la Rhune, mais je dois rappeler que la Société géologique dans sa réunion extraordinaire à Bayonne a constaté (1), sur le versant méridional de la petite Rhune, un ensemble de couches composées de granwackes, de conglomérats et de schistes rouges qui, d'une part, repose sur les schistes à flore houillère et à couches de charbon, et de l'autre, est recouvert, dans l'ordre ascendant, par la série suivante :

---

(1) *Bull.* 2e série, t. XXVIII, p. 825, 1866.

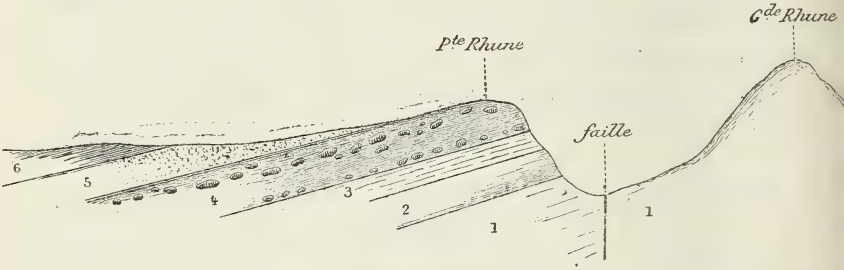
1° Poudingues à galets de quartz roulés et impressionnés, comme ceux des grès vosgiens (1).

2° Grès rouges, plus ou moins bigarrés, blancs et micacés au haut.

3° Argiles feuilletées et versicolores avec pointement d'ophite au milieu.

Ces dernières couches, qui plongent au Nord, constituent le versant septentrional de la petite Rhune. Tous les membres présents y ont reconnu le Trias normal des Vosges, et ont admis que les schistes, granwackes et conglomérats rouges, si semblables d'ailleurs à ceux qui se montrent dans l'Hérault au même degré de l'échelle stratigraphique, appartiennent au terrain pénéen ou permien.

Cela me paraît encore aujourd'hui tout à fait incontestable. Malheureusement cette importante observation n'a été mentionnée dans le *Bulletin* que très brièvement. J'en donne ici une figure approximative, telle que je la trouve dans mes notes de 1866.



1. Schistes dévoniens.
2. Schistes houillers.
3. Conglomérats pénéens.
4. Grès vosgiens.
5. Grès bigarrés.
6. Marnes irisées (2).

La seconde observation est relative aux fossiles coralliens que M. Stuart-Menteath a découverts à 3 kilomètres de Saint-Pé, et qu'il a bien voulu nous communiquer. A côté de la *Rynchonella inconstans*, l'une des espèces les plus communes de cet étage, se trouve une variété de la *Terebratula insignis* tout à fait identique à celle de Nattheim ; la variété étroite de la *Terebratula Zieteni* de Loriol (*Ter. bisuffarcinata* Ziet. non Schl.) que j'ai recueillie dans le Corallien inférieur à Ecommoy (Sarthe), dans les couches supérieures de la zone à *Amm. tenuilobatus* de Baden (Argovie), et qui abonde à Geilles, près

---

(1) Un banc semblable de poudingues à galets impressionnés se montre auprès de Toulon, à la base du grès bigarré.

(2) Cette coupe n'est point à l'échelle ; l'épaisseur des couches et le relief n'y sont figurés que d'une manière tout à fait approximative.

Oyonnax (Ain), dans des marnes appartenant à l'Oxfordien le plus supérieur, immédiatement au-dessous des couches à *Cidaris florigemma, Glypticus hieroglyphicus*, etc., ainsi que nous avons pu le constater, M. Munier-Chalmas et moi. Dans la même couche que cette *Terebratula Zieteni*, nous avons recueilli à Oyonnax l'*Ammonites prenuntians* Fontannes, de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (1). Une autre Rynchonelle est identique avec une espèce que M. Munier-Chalmas a rencontrée dans le Corallien inférieur de Tournus.

Cette découverte de M. Stuart-Menteath prouve l'existence dans les Pyrénées occidentales d'une zone placée à la base de l'étage corallien, étage déjà signalé dans les Pyrénées centrales par M. Leymerie et par moi (2) : à Bize (Hautes Pyrénées) ; à Hennemorte et Arbon (Haute-Garonne) ; à Saint-Sauveur près Foix (Ariège), couches 3 et 16. Tous ces gisements montrent un calcaire à Nérinées très compact, marmoréen, tantôt noir, tantôt blanc, et par conséquent très différent minéralogiquement du gisement de Saint-Pé. Dans ce calcaire à Nérinées j'ai pu reconnaître quelques espèces du Corallien du bassin parisien (3).

Tous les travaux qui s'exécutent sur les Pyrénées montrent qu'il y a beaucoup à faire dans cette région, que l'on y rencontre à chaque pas des faits nouveaux et intéressants, et l'on ne saurait trop encourager M. Stuart-Menteath à poursuivre ses recherches.

M. **Stuart-Menteath** dit qu'il a voulu seulement contester la discordance indiquée par MM. Garrigou et Magnan entre les grès rouges et les conglomérats de la Rhune.

M. Michel Lévy fait la communication suivante :

Sur les **Schistes micacés** *des environs de* **Saint-Léon** (*Allier*).

par M. **Michel-Lévy.**

Les dislocations subies par les terrains de transition qui occupent un vaste espace au Nord et à l'Est du plateau central, et la grande rareté des gîtes fossilifères qu'ils présentent, compliquent singulièrement l'étude de ce bassin ancien ; il constitue un des problèmes géologiques les plus difficiles à résoudre, et c'est à peine si l'on peut actuellement en tracer les grandes lignes.

---

(1) C'est un fait qui s'ajoute à beaucoup d'autres pour montrer que dans le Bugey la zone à *A. tenuilobatus* est inférieure au Glypticien.

(2) *Bull.* 2e série t. XXIV, pages 341, 348, 354 et 355.

(3) Loc. cit. p. 342 (note).

On y a successivement prouvé l'existence de schistes à empreintes végétales du Culm (Loire, Mâconnais, Beaujolais), de calcaire carbonifère (Regny), de schistes carbonifères marins (entre Cusset et l'Ardoisière); enfin nous avons, en 1879, rapporté de Diou (Allier), et soumis à l'examen de M. Douvillé plusieurs fossiles qui proviennent d'une couche de marbre appartenant au Dévonien et probablement au Dévonien supérieur; ce marbre se trouve superposé à un ensemble de schistes et de quartzites foncés.

Ainsi, de même que dans les Vosges, il faut ici reconnaître et suivre, au milieu des éruptions multiples qui les ont accompagnées, les couches du Dévonien et du Carbonifère. Mais, en plusieurs points, on est amené à reconnaître des indices de terrains plus anciens encore.

Il existe, aux environs de Saint-Léon (Allier), un lambeau de schistes et de grès dont les affleurements redressés pointent comme des îlots, au milieu du manteau pliocène qui les recouvre en grande partie; appuyés au N.-O. sur une lisière de granite, ils disparaissent au S.-E. le long d'une grande faille qui les fait buter contre les grès rouges permiens du bassin de Bert. M. Boulanger les a, avec raison, rapportés au terrain de transition (1).

Appelé, au printemps de l'année dernière à en étudier les contours pour le service de la carte géologique détaillée de la France, nous avons été frappé du faciès très spécial que présentent ces assises; en voici la coupe de bas en haut, du N.-O. au S.-E.

I. *a*) SCHISTES MICACÉS jaunâtres et noirâtres du Châtelier à Châtel-Perron.

b) COUCHE DE MARBRE continue sur 10 kil. de longueur, du moulin de la Roche aux Écures, et contenant à la carrière sous Saint-Léon une couche d'AMPHIBOLITE.

c) SCHISTES TACHETÉS sous la Vieille-Font.

Les couches (*a*) sont certainement antérieures au granite sur lequel elles reposent, mais qui les a disloquées, injectées, et métamorphisées. Il nous paraît très probable que le granite est de même postérieur aux couches (*b*) et (*c*); en tout cas, cette roche éruptive reparaît, à la carrière d'Arène des Thomas, au toit de la couche de marbre, et elle en englobe de gros fragments au nord de Châtel-Perron.

Les couches qui vont suivre sont postérieures au granite à mica noir, elles sont toutes percées par des filons de granulite à mica blanc.

---

(1) Stat. géol. de l'Allier, 1844, p. 99.

II. *a*) Poudingue peu puissant, composé de galets de schistes micacés, bien visible à 300 m. au nord de l'église de Saint-Léon.

b) Grès blancs ou jaunâtres, passant à des quartzites. Ils forment une première traînée continue de hauteurs, du point 375 au N.-N.-E. du Puy de Saint-Léon, jusqu'au S.-S.-O. du point 406, près Montpéroux. On en retrouve une autre traînée moins continue du Colombier à la Petite-Loge.

III. Ces grès plongent sous un puissant système de Schistes, les uns satinés et très feuilletés (de la Douaire au Puy), les autres noirs et charbonneux (les Plans, la Bournatotte).

Il est difficile d'estimer la puissance de cet ensemble dont le plongement général vers le S.-E. est très variable. Nous estimons que les schistes micacés dépassent 500 m., les grès 200 m., les schistes supérieurs 800 m.

Comment se relie ce lambeau de Saint-Léon avec les terrains anciens du Morvan et ceux de l'Allier entre lesquels il sert topographiquement de trait d'union? Son apparition est intimement liée à la configuration générale du Morvan, et aux deux soulèvements principaux qui ont modelé son relief. Un premier plissement intercalé entre les couches du Culm et celles de Rive-de-Gier, a déterminé une série de vallées profondes E.-N.-E., dans lesquelles se sont déposés les bassins houillers et permiens d'Autun, du Creuzot, de Bert, etc. Puis un second soulèvement de même direction s'est produit entre le dépôt des grès rouges de Montcenis et celui du grès bigarré (arkoses triasiques); il a donné naissance à de grandes failles dont l'une, celle du Creuzot, se suit d'un côté jusqu'à la Serre et de l'autre jusqu'à Saint-Léon.

Les terrains anciens de Saint-Léon jouent donc, par rapport au bassin de Bert, le même rôle que la grauwacke de Montcenis par rapport au Creuzot, ou le massif méridional du Morvan par rapport au bassin d'Autun.

C'est à l'étage des *schistes micacés* de Saint-Léon que nous bornerons la présente étude; ils représentent un type pétrographique identique à certaines variétés des schistes de Saint-Lô. Mais avant d'entrer dans leur description détaillée, nous ferons remarquer que les grès du Puy de Saint-Léon occupent ici exactement la position stratigraphique des grès à bilobites auxquelles ils ressemblent singulièment par leur faciès minéralogique; il en résulterait que les schistes supérieurs représenteraient en partie ceux d'Angers. Nous n'avons découvert jusqu'à présent aucune trace de fossiles dans les environs de Saint-Léon; mais notre impression est qu'on pourra y démontrer un jour l'existence du Silurien.

Granite. Le granite appartient ici au type à grands cristaux, dit porphyroïde, si répandu dans le Morvan et dans le plateau central (Alligny, Lormes, Coudes.) A la carrière du Châtelier, c'est-à-dire vers le N.-E., il présente la composition suivante :

I. *Minéraux de première consolidation.* Apatite assez abondante. — Biotite brune à contours hexagonaux, généralement très brisée et présentant en inclusions de petits cristaux très réfringents autour desquels se développe une couronne d'un polychroïsme plus intense que le reste du mica ; ces petits cristaux paraissent devoir être rapportés parfois au sphène, parfois au zircon ; ils ne sont pas ici susceptibles d'une détermination rigoureuse. — Débris d'oligoclase et d'orthose.

II. *Minéraux de seconde consolidation*, formant le ciment de la roche. — Oligoclase rare. — Orthose en grandes plages, constituant les cristaux dits porphyroïdes. — Quartz dépourvu de formes cristallines propres et moulant les autres éléments de la roche, ou encore à l'état de quartz de corrosion filiforme dans les bords des cristaux de felsdpath de première consolidation. Le quartz contient de nombreuses inclusions aqueuses de tailles très diverses et de formes irrégulières.

Le granite de la région S.-O., aux environs des Bardets et de Châtel-Perron, se charge de hornblende verte et rappelle alors la roche connue sous le nom de syénite dans les Vosges. C'est souvent une très belle roche, à éléments très intacts et très frais ; elle présente parfois, en plus des minéraux que nous venons de décrire, du microcline de seconde consolidation et quelques débris de labrador. La hornblende paraît mouler une partie des éléments feldspathiques. Ces derniers présentent de belles zones d'accroissement dont les extinctions ne se produisent pas simultanément entre les nicols croisés.

Le granite englobe fréquemment des débris d'une roche plus ancienne, plus finement grenue, dans laquelle nous ne pouvons voir de simples accidents de cristallisation de la roche encaissante ; on en trouve de beaux exemples le long de la route de Vaumas à Saint-Léon, ou encore dans la carrière des Thomas. Les fragments empâtés sont souvent bréchiformes, parfois de grande taille et dépassant plusieurs mètres cubes. Ils se rapportent à un type de leptynite amphibolique : l'orthose en cristaux allongés et la hornblende verte y dominent. Il y a en outre du mica noir, de l'oligoclase, du quartz, parfois du sphène et du fer oxydulé. C'est un type que l'on trouve fréquemment associé aux gneiss dans le Morvan.

Schistes micacés. Les schistes micacés sont tout entiers plus ou moins transformés par les actions métamorphiques qu'ils ont subies;

mais autant il est difficile de recueillir des échantillons indemnes de toute transformation, autant il nous paraît aisé d'indiquer le type vers lequel ils tendent, quand on s'éloigne de la bordure granitique dans la direction du S.-E.

1° *Schistes non modifiés ou sériciteux.* Ils sont brunâtres ou jaunâtres, assez fissiles; on y pressent à l'œil nu la nature finement micacée du ciment. En plaques minces, au microscope, ils se montrent composés de grains de quartz brisés, anguleux, cimentés par de petites paillettes en désordre d'un mica blanc sériciteux et par des agrégats de chlorite. On y trouve en outre quelques débris très rares de feldspath triclinique, quelques paillettes de fer oligiste, quelques grains de fer oxydulé.

Il est intéressant de discuter l'origine des principaux de ces éléments. Les grains de *quartz* sont clastiques et rappellent ceux de plusieurs grès plus récents. Leurs inclusions, toujours aqueuses, sont rares et de très petite taille; on peut en induire qu'ils n'ont pas été arrachés à un granite; ils ressemblent à ceux que présentent certains gneiss.

L'origine de la *chlorite* et de la *séricite* est plus difficile à spécifier. La chlorite est-elle due à la décomposition de débris de mica noir et la séricite à celle de fragments d'orthose? Quelques échantillons recueillis entre le moulin de la Roche et le Châtelier nous ont montré la séricite épigénisant un minéral grenu qui pouvait fort bien représenter les contours d'anciens grains feldspathiques. D'autres échantillons, notamment aux environs de Châtel-Perron, laissent voir la séricie uniformément répartie, comme si elle datait du dépôt même de la roche.

2° *Première transformation. Métamorphisme de contact, schistes micacés.* Lorsqu'on approche de la lisière granitique, les schistes deviennent plus micacés et plus foncés. Ils subissent un métamorphisme très simple dont le terme ultime est la transformation de la roche en un agrégat de granules réguliers et arrondis de quartz, cimentés par les feuillets nettement rubanés d'un mica noir de consolidation postérieure, qui remplace définitivement le ciment primitif de séricite et de chlorite.

Le *quartz* présente les mêmes caractères que précédemment; les inclusions y sont extrêmement rares et de très petite taille. Mais ses angles aigus et son aspect clastique ont fait place à des contours arrondis et parfois même à une tendance marquée vers les formes dihexaédriques; il affecte donc une structure tout à fait analogue à celle qui caractérise le quartz de seconde consolidation des granulites et des micro-granulites. La grosseur moyenne des granules de quartz, à la carrière du Châtelier, est de 0^{mm} 04.

Pendant cette première phase du métamorphisme, le *mica noir* commençait à se développer aux dépens de la chlorite et de la séricite : on aperçoit fréquemment de très petites lamelles régulièrement arrondies de mica noir en inclusions dans les granules de quartz.

Mais la majeure partie du mica noir s'est définitivement consolidée après le quartz qui est moulé de la façon la plus évidente, comme le démontre l'examen des plaques minces taillées parallèlement ou perpendiculairement à la schistosité. Le mica se compose ici de lamelles brunes, à clivages bien marqués (diamètre moyen, 0^{mm} 08. épaisseur moyenne perpendiculairement à la base, $0,^{mm}$ 03), enchevêtrées les unes avec les autres, ne présentant pas de contours polyédriques réguliers, et disposées de façon que leur clivage facile est à peu près parallèle à la schistosité. Le polychroïsme est très intense dans les tons bruns, le minéral très pur, limpide et dépourvu d'inclusions, sauf toutefois quelques microlithes opaques, aiguillés, rappelant la gœthite et orientés en étoiles hexagonales.

La façon dont ce mica moule les granules de quartz mérite une description détaillée : les lamelles de mica ne s'incurvent pas autour du quartz, malgré leur élasticité bien connue; la place de ce dernier est comme découpée à l'emporte-pièce et une pareille disposition exclut l'hypothèse d'un dépôt sédimentaire successif auquel aurait succédé une forte compression, moulant le mica sur les grains préexistants de quartz; car dans ce cas les lamelles du mica se seraient incurvées autour des granules résistants. Quant à leur développement sur place, par feuillets parallèles à la stratification, il peut s'expliquer par l'aplatissement des cristaux parallèlement à leur clivage facile et par la moindre résistance de la roche dans cette direction. C'est ainsi que dans les creusets de plombagine qui servent à la fusion du bronze des monnaies, après une vingtaine d'opérations, il se produit de nombreuses paillettes de graphite de grande dimension, orientées parallèlement aux parois du creuset, dont un fragment simule parfaitement une roche schisteuse micacée.

Dans les variétés de schistes micacés à demi transformés, le mica noir paraît mouler ce qui subsiste du ciment primitif de séricite. Cette observation nous amène à décrire une variété de schistes à demi transformés qu'on observe près de Saint-Léon, sous les bâtiments de la Vieille-Font. La roche est ici à grain plus fin qu'au voisinage de la carrière du Châtelier; on y observe également un développement de quartz granulitique et de mica noir; mais il y a en outre de nombreux noyaux dans lesquels le mica noir est très rare et la séricite encore intacte; le fer oxydulé et le mica blanc en grandes lamelles, se montrent accessoirement çà et là. A l'œil nu, la roche simule un schiste maclifère; mais comme nous venons de le voir, les noyaux ne constituent ni des macles, ni un minéral individualisé; ce sont simplement des parties de schiste incomplètement transformé, c'est un *schiste glanduleux* ou *tacheté*.

En résumé, la structure du mica noir est remarquable et très caractéristique dans les schistes micacés métamorphiques : il est feuilleté comme celui des gneiss et des micaschistes; comme ce dernier, il est généralement dépourvu de contours polyédriques réguliers. Dans les roches granitoïdes éruptives, le mica noir est généralement un des minéraux dont la consolidation s'est effectuée le plus anciennement; il présente habituellement des formes extérieures cristallines, avec des traces de brisures et de corrosion attestant les mouvements et les actions chimiques qu'il a subis depuis sa cristallisation.

Ainsi le mica noir des schistes micacés se rapproche par certains caractères communs de celui des roches gneissiques, et se distingue, comme ce dernier, du mica des roches granitoïdes. Mais, dans les gneiss, le mica noir a ses feuillets disloqués par la majeure partie du quartz et du feldspath, tandis qu'ici nous avons vu ce minéral jouer le rôle de ciment de dernière consolidation. Ce rôle ne lui appartient pas toujours, et il nous reste à examiner, à ce point de vue, la zone de contact immédiat avec le granite.

3° *Seconde transformation. Apport et injection du magma granitique. schistes micacés feldspathiques.* Jusqu'à présent, nous n'avons eu à constater que le développement sur place de minéraux métamorphiques; il n'y a pas eu apport mécanique, et de nombreuses analyses faites sur des schistes similaires, prouvent, comme nous le verrons plus loin, que la composition chimique reste sensiblement la même.

De plus la transformation que nous venons d'étudier s'étend à peu près à toute la bande des schistes micacés de Saint-Léon, c'est-à-dire à une bande dont la largeur horizontale atteint jusqu'à 800 mètres d'amplitude.

Il nous reste à étudier la zone de contact immédiat du granite et des schistes; grâce à l'ouverture d'une carrière située précisément à ce contact, au Châtelier, sur la rive orientale du ruisseau qui descend du moulin de la Roche, nous avons pu recueillir de nombreux échantillons bien conservés de cette zone, et dont plusieurs présentent côte à côte le granite et les schistes.

On peut recueillir également des échantillons analogues à environ

200 m. au Nord de la carrière de marbre des Ecures, près le Colombier, au Sud-Est de Châtel-Perron.

Au contact des schistes micacés, le granite en englobe de nombreux fragments; il se ramifie et y envoie des anastomoses que l'on ne peut, à proprement parler, comparer à des filons, à cause de leur peu d'étendue. Mais en outre, sa substance injecte finement certains délits des schistes, parallèlement à leur stratification, et l'on peut recueillir à quelques mètres du granite des roches rubanées où l'on voit à l'œil nu de nombreuses alternances de lits noirs micacés, et de petites veines feldspathiques, finement grenues, roses ou blanches. L'épaisseur de ces veines varie de quelques millimètres à un ou deux centimètres. Parfois même l'apparence est celle de certains gneiss glanduleux.

Le microscope décèle, dans ces schistes finement injectés, deux variétés principales; dans l'une la dislocation des éléments du schiste micacé est complète; dans l'autre, ils se juxtaposent régulièrement aux éléments injectés.

I. *Dislocation totale ou superposition.* Le quartz granulitique et le mica noir des schistes micacés nagent pour ainsi dire par petits éléments disjoints dans les plages de plus grande dimension, orthose, oligoclase, quartz, qui constituent l'apport granitique. Il y a une réelle superposition des deux roches; les éléments du granite jouent le rôle de ciment par rapport à ceux du schiste micacé, passés à l'état de débris de première consolidation. Seulement il est à remarquer qu'ici le granite est réduit à ses éléments de seconde consolidation; son mica noir habituel en grands cristaux fait entièrement défaut, et ne peut être confondu avec les petites lamelles souvent encore orientées, malgré leur dislocation, du mica des schistes. Les échantillons provenant des Ecures présentent surtout ce type par superposition; il existe aussi à la carrière du Châtelier, mais il passe fréquemment au suivant.

II. *Injection ou juxtaposition.* Les éléments d'injection granitique se font plus petits et se rapprochent par leur taille de ceux des schistes; cependant ils ont encore habituellement un diamètre double ou triple. Ils alternent par bandes souvent très fines, de telle sorte qu'on voit au microscope, dans les plaques taillées perpendiculairement à la schistosité, une bande de schistes micacés (quartz granulitique, ciment de mica noir rubané), puis une bande d'éléments granulitiques un peu plus gros (quartz, orthose, oligoclase), etc. Le contact de deux bandes successives est intéressant à à observer. Il y a dislocation des éléments de la bande micacée par ceux de la bande feldspathique. Parfois même cette dislocation, quoique bien moins marquée que dans le type par superposition, s'étend à toute la roche et les bandes alternantes ne se distinguent plus que par la plus ou moins grande abondance du mica noir. Seulement ce dernier ne joue plus le rôle de ciment, qui est dévolu au feldspath et au quartz granitiques.

Ainsi le métamorphisme subi par les schistes micacés, suivi d'une injection des éléments de seconde consolidation du granite, nous amène à un type de roche dont la comparaison avec le gneiss s'impose forcément à l'esprit. Les travaux de MM. Lory, Gümbel, etc., paraissent avoir confirmé l'existence de deux grands étages de gneiss ; l'inférieur (gneiss granitoïdes), relativement homogène, le supérieur (gneiss et micaschistes), plus varié et comprenant des intercalations de bancs de cipolins, de lits de leptynites et d'amphibolites.

L'étude des couches calcaires, régulièrement interstratifiées dans ce dernier étage, sur des kilomètres de hauteur et de longueur, notamment dans les Alpes, amène à la conclusion que ces roches si éminemment cristallines ont été primitivement des roches de dépôt. Or l'examen microscopique y démontre la rareté des éléments clastiques ou de première consolidation et la grande prédominance des éléments authigènes, pour employer une expression due à M. Kalkowsky (1); leur structure est franchement granulitique et ne se distingue guère de celle que présentent les roches granitoïdes éruptives. Un seul minéral fait exception, c'est le mica noir qui s'y montre en feuillets orientés, mais disloqués. Nous avons insisté plus haut sur ses caractères spéciaux qui empêchent de le confondre avec celui des roches granitoïdes. Il est vraisemblable que dans la plupart des gneiss, ce mica constituait primitivement des feuillets continus, et alors il devait complètement ressembler à celui des schistes micacés de Saint-Léon. Du reste, ne voyons-nous pas aussi à Saint-Léon les mêmes feuillets se montrer disloqués après l'injection des éléments du granite?

Nous ne pousserons pas plus loin cette comparaison entre des phénomènes métamorphiques de contact et d'injection locale par une roche granitoïde, et ceux que le métamorphisme général a développés sur une plus vaste échelle. Mais le parallélisme dans la production des minéraux caractéristiques des gneiss et des schistes micacés, nous induit à repousser tout au moins la distinction que MM. Gümbel et Kalkowsky ont cherché à établir entre les granites associés aux gneiss, (Lager-granit), qui d'après eux en seraient contemporains, et les granites massifs, (Stock-granit).

---

(1) Ueber die Erforschung der archaïschen Formationen, Neues Iahrb. 1880.

L'action du granite ou de la granulite sur les gneiss a amené la production de gneiss granitiques ou granulitiques; cette action a dû et pu se produire à des époques très différentes et en tous cas bien postérieures au dépôt primitif de la roche gneissique, tout comme, à Saint-Léon, l'action similaire du granite sur les schistes micacés es bien postérieure à leur première formation.

Résumé. — Si nous récapitulons les faits exposés précédemment nous trouverons que les schistes micacés de Saint-Léon se sont présentés à nous sous trois états distincts; ils constituent primitivement des roches clastiques composées de grains brisés de quart cimentés par de la séricite et de la chlorite.

Le métamorphisme de contact du granite transforme les grain brisés de quartz en granules arrondis, puis y développe un ciment d mica noir feuilleté. Enfin l'injection à courte distance des élément de seconde consolidation du granite amène une nouvelle poussée d fedspath et de quartz granulitiques, qui disloquent les élément précédents, tout en respectant la schistosité primitive. Le dernie stade de ces roches modifiées rappelle à bien des points de vue certaines variétés de gneiss plus anciens.

Notons ici une objection qui se présente à l'esprit au sujet de l postériorité de l'injection des veinules granitiques, par rapport a développement métamorphique du mica noir. Cette postériorité n nous paraît pas douteuse, et d'autre part, c'est bien au granite qu'i faut rapporter le métamorphisme précédent; car il n'est pas particulier aux schistes de Saint-Léon et se vérifie dans un grand nombr d'autres zones de contact. Cette apparente contradiction tend prouver que l'injection des éléments granitiques s'est produite ave une plus grande lenteur que le métamorphisme dû à son contact.

Extension des schistes micacés dans le Morvan. — La bande d terrains anciens que l'on recoupe de Saint-Honoré à Luzy (Nièvre) se termine contre le granite par une zone de schistes maclifères qu l'on peut suivre sur plus de 20 kilomètres de longueur, jusqu'au Su de Mont près Bourbon-Lancy. Vers l'Ouest, les schistes maclifères disparaissent rapidement sous des schistes et des quartzites que nou considérons comme dévoniens. Vers l'Est, ils touchent le granite qui en contient quelques enclaves, notamment à la Mallevelle prè Grury; mais le contact immédiat des deux roches se laisse difficilement observer et ne présente pas les variétés instructives de la carrière du Châtelier.

Par contre le métamorphisme de contact produit ici en dernie lieu une roche remarquablement constante, dans toute cette longu bordure. Elle est noire, compacte, peu schisteuse. Sa cassure fraîche laisse apercevoir quelques points micacés. Par décomposition, la roche jaunit, devient plus feuilletée et se montre criblée de petits noyaux brunâtres qui rappellent entièrement ceux des schistes maclifères de Bretagne.

L'examen microscopique y décèle un magma composé presque exclusivement de petits granules de quartz (diamètre moyen $=0^{mm}01$) cimentés par de nombreuses paillettes de mica noir irrégulièrement orienté.

Quant aux noyaux, ils sont constitués par un minéral légèrement fibreux, polarisant assez faiblement dans les teintes gris-bleuâtre entre les nicols croisés, et s'éteignant suivant sa longueur, qui correspond au plus grand axe d'élasticité. Le polychroïsme est nul en plaque mince. Il n'y a aucune apparence des macles qui, d'après M. Rosenbusch, caractérisent le dipyre, et nous pensons que l'on a affaire à la chiastolite. Elle englobe un grand nombre de petits grains de quartz et quelques rares lamelles de mica noir. Le fer oxydulé, ici très accessoire, est un peu plus abondant dans les noyaux que dans la pâte; le fer oligiste est rare.

A la Theugne, sur le revers oriental du Mont, la chiastolite a subi une dégénérescence intéressante; elle se colore par places en jaune serin et perd alors toute action sur la lumière polarisée. Ses noyaux contiennent à leur centre un fin agrégat de matière charbonneuse.

A la sortie Nord-Est de Cressy-sur-Somme, au voisinage des dykes de porphyrite amphibolique qui percent cette région, les schistes maclifères se chargent d'amphibole.

Au moulin de Mont-Petit, l'approche de filons minces de granulite a amené dans les schistes maclifères le développement de quelques grandes lamelles de mica blanc et de cristaux de tourmaline.

En somme, on voit que l'on n'a pas affaire ici à de simples schistes tachetés, mais à de véritables *schistes micacés maclifères.*

MACONNAIS ET BEAUJOLAIS. — Les environs de Matour présentent une coupe des terrains anciens où, sous le Carbonifère bien caractérisé, on voit se développer des schistes et des quartzites alternant avec de puissants filons interstratifiés de diabases à ouralite, probablement de même âge que les roches dioritiques d'Anost dans le Morvan. C'est ici le dernier terrain postérieur au granite. Mais sous les affleurements rocheux que constituent ces belles roches diabasiques, on voit souvent des lambeaux de schistes micacés, tachetés ou maclifères, en partie disloqués et empâtés dans le granite. Nous citerons, comme exemples, la Grande-Roche et Villard près Matour, les environs de Saint-Amour, ceux de Monsols.

Le type dominant à Villard est un schiste feuilleté à séricite très fine. Le métamorphisme y développe du mica noir et isole des noyaux séricíteux sans individualité propre. On en voit de beaux exemples entre Villard et Aigueperse; c'est un type de *schistes tachetés* ou *glanduleux*.

Au contraire, à l'Est de l'auberge des Plats près Monsols, la chiastolite forme le ciment des noyaux et la montagne de Charouze est en partie formée de *schistes maclifères*.

COMPARAISON AVEC QUELQUES RÉGIONS ÉTRANGÈRES. — Il nous reste à comparer ces résultats avec ceux qui ressortent des derniers travaux relatifs aux zones de contact.

1° Nous devons à M. Potier, communication de plusieurs échantillons des schistes de Saint-Lô, recueillis sur la feuille d'Avranches. Ils nous permettent d'affirmer l'identité absolue des schistes micacés de cette région avec ceux de Saint-Léon.

2° La bande de schistes micacés maclifères de Luzy ressemble davantage à ceux des Vosges auxquels M. Rosenbusch a récemment consacré un mémoire magistral (1). Les résultats auxquels il est arrivé, sont les suivants : les schistes modifiés par le granite de Barr-Andlau et de Hohwald reposent sur une série de gneiss et de micaschistes et sont recouverts par des grauwackes avec lentilles de marbre dévonien. Ils se composent principalement de grains de quartz, cimentés par de fines paillettes d'un mica blanc, par un peu de chlorite, et ils contiennent accessoirement du fer oligiste et un pigment charbonneux. M. Rosenbusch incline à penser que le mica blanc constitue un sédiment cristallin datant du dépôt de la roche.

A leur contact avec le granite, ces schistes subissent une métamorphose qui affecte une bande d'épaisseur variable entre 80 et 1200 mètres. Cette métamorphose, d'ailleurs progressive, peut être décomposée en trois stades principaux :

I. *Schistes glanduleux* (*Knotenthonschiefer*). Il se développe dans la roche des noyaux foncés, rarement doués d'un ciment individualisé ; le pigment charbonneux s'y concentre; le fer oligiste s'y transforme en fer oxydulé.

II. *Schistes micacés glanduleux* (*Knotenglimmerschiefer*). Les noyaux précédents augmentent de volume et se raréfient. Le mica noir apparaît aux dépens de la chlorite; il y a accessoirement de la staurotide.

III. *Pierres cornées* (*Hornfels*). Les noyaux sont résorbés; la schistosité disparaît entièrement; le mica noir devient abondant; la roche se charge de petits prismes rectangulaires d'andalousite.

---

(1) Die Steiger Schiefer und ihre Contactzone. Strasbourg, 1877.

Le contact avec le granite se fait brusquement, sans transition graduée, et il est extrêmement rare que le hornfels se charge de feldspath : M. Rosenbusch laisse donc volontairement de côté l'étude des apports directs de la matière granitique, dont la carrière du Châtelier nous a fourni un exemple si probant. Il insiste même sur ce fait qu'on a presque toujours pris pour du feldspath développé métamorphiquement, les cristaux d'andalousite plus ou moins décomposés qui entrent dans la composition des hornfels, des cornubianites et de certaines leptynolites.

De nombreuses analyses des *Steigerschiefer* permettent d'affirmer que leur métamorphose n'est accompagnée d'aucun changement chimique appréciable.

En terminant, M. Rosenbuch passe en revue un certain nombre de zones de contact entre les schistes et le granite, et y trouve la matière d'un grand nombre d'observations instructives qui peuvent nous permettre de généraliser quelques-uns des aperçus précédents. Pour résumer plus rapidement cette étude, nous rappellerons que nous avons déjà défini :

Les *schistes tachetés ou glanduleux* (Vieille-Font, Villard);

Les *schistes maclifères* (Luzy, Les Plats);

Les *schistes micacés* (Saint-Léon);

Les *pierres cornées ou hornfels* (Steigerschiefer);

Les *schistes micacés feldspathiques* (Le Châtelier, les Ecures).

Nous conviendrons d'appeler *cornubianite*, une variété schisteuse de hornfels, dans laquelle l'andalousite joue le même rôle que le feldspath dans les gneiss glanduleux.

3° En appliquant cette nomenclature, nous trouverons que, d'après MM. Lossen (1) et Rosenbusch, les schistes du Harz se transforment au contact du granite (Ramberg, Krebsbachthal) en *schistes glanduleux* à dipyre, puis en *schistes micacés* plus compacts que ceux de Saint-Léon.

4° La zone du Kirschberg, dans l'Erzgebirge présente dans les mêmes conditions des *schistes maclifères* à dipyre, puis des *cornubianites* à andalousite. Le passage d'une variété à l'autre se fait par développement de petits cristaux d'andalousite au sein des macles que M. Rosenbusch considère comme composées de dipyre. Il y a en outre dans les cornubianites un peu de feldspath triclinique;

5° La leptynolite de Fougères (Ille-et-Vilaine) rappelle entièrement les *cornubianites* du Kirschberg;

6° Les schistes métamorphiques des bords de l'Elbe (Neuhöfchen,

---

(1) Zeitsch. der d. geol. Gesellsch. 1866, XX, 281.

Ziegenhain, Berba) sont composés de *schistes glanduleux*, puis de *schistes micacés* compacts ;

7° Entre les vallées du Fecht et de la Laur (Haute-Alsace), M. Rosenbusch signale exclusivement des *schistes micacés glanduleux ;*

8° La zone de contact du val d'Astos (Pyrénées), successivement étudiée au point de vue pétrographique par M. Zirkel (1), et au point de vue chimique par M. C.-W.-C. Fuchs (2), ne contient pas de feldspath métamorphique, d'après M. Rosenbusch; ce sont des *cornubianites* à andalousite et à staurotide;

9° Le district des Lacs en Angleterre, étudié par M. Clifton Ward (3) présente des *schistes glanduleux*, des *schistes maclifères* à chiastolites, et enfin des *schistes micacés;*

10° La roche appelée granulite par Léonhard en Saxe, et que plusieurs géologues considèrent comme une annexe des gneiss, développe à son pourtour des phénomènes métamorphiques de contact dans les schistes qui l'entourent en forme d'ellipse : M. Rosenbusch fait ressortir que certains types de Trapp-granulite ne sont autre chose que de vrais *hornfels.* Ce fait donne à penser que la granulite de Saxe pourrait être en partie composée de roches granitoïdes éruptives.

On sait que nous avons proposé d'appliquer le nom de GRANULITE à des roches mieux définies et susceptibles d'une détermination géologique et minéralogique plus précise : pour nous, la granulite comprend les pegmatites, les granites à muscovite et les aplites des auteurs allemands ; ses filons percent non seulement le granite, mais encore une partie des formations anciennes qui, en France du moins, lui sont postérieures. Nous avons volontairement négligé, dans ce qui précède, de tenir compte des minéraux métamorphiques qui nous paraissent devoir être rapportés à l'influence des nombreux filons de granulite dont les schistes micacés se montrent criblés dans certaines régions. C'est principalement la tourmaline et le mica blanc. peut-être la staurotide, que nous rapportons à l'influence de la granulite.

Pour la tourmaline notamment, il ne peut être question d'un métamorphisme sans apport chimique ; le fluor et surtout le bore n'existent pas normalement dans les schistes non transformés. Les canaux par lesquels cet apport s'est effectué, nous paraissent être les filons de granulite ou de quartz contemporain; car ces filons eux-mêmes sont souvent riches en tourmaline.

---

(1) Beiträge zur geol. Kentniss der Pyrenäen. Zeitsch. der d. geol. Gesellsch. XIX, 1867.

(2) Die alten Sedimentformationen und ihre Metamorphose in den Französischen Pyrenäen. Neues Jahrb. 1870.

(3) Quart. Journ., geol. soc., 1875, XXXI, 588 et 1876, XXXII, 1.

Les exemples de schistes micacés tourmalinifères sont nombreux; ainsi la zone du Kirschberg en Saxe présente beaucoup de mica blanc et de tourmaline; les schistes micacés du district des lacs en Angleterre, sont chargés de petits cristaux de tourmaline; M. Rosenbusch rapproche des schörlschiefer d'Auersberg près Eibenstock, les hornfels à tourmaline de Bellevue en Alsace. Les schistes du val d'Astos montrent une association de tourmaline et de staurotide.

Mais le développement de ces minéraux n'est pas particulier aux zones de contact des schistes micacés et du granite : ainsi M. Fouqué a découvert dans le Cantal de beaux exemples de micaschistes extraordinairement tourmalinifères au contact d'une masse de granulite ; M. Kalkowsky a signalé les nombreux petits cristaux de tourmaline et de staurotide qui fourmillent dans les schistes ardoisiers siluriens; M. Renard a fait la même découverte dans le coticule des Ardennes.

Dans une étude toute récente sur le granite d'Albany (New-Hampshire), M. Hawes (1) a signalé l'abondance des veines et filonnets de tourmaline au contact de ce granite et des schistes voisins ; nous devons ajouter que sa description nous montre l'Albany-granite comme postérieur à d'autres granites voisins et passant, le long de sa zone de contact à la micro-granulite et même à la micro-pegmatite.

En somme, le caractère le plus général du métamorphisme de contact, développé dans les schistes micacés par les grandes masses de granite, est la remise en mouvement du quartz et le développement du mica noir.

Les apports feldspathiques, jadis considérés comme fréquents, ont été récemment mis en doute à la suite des études approfondies de M. Rosenbusch, qui a démontré que de nombreux exemples de feldspath métamorphique précédemment cités sont le plus souvent à rapporter à l'andalousite.

Cependant M. Rosenbusch lui-même cite quelques cas indubitables où les hornfels se chargent de lamelles de feldspath triclinique; M. Cohen en a rapporté quelques exemples du cap de Bonne-Espérance.

A ce point de vue, les schistes de Saint-Léon nous ont fourni des matériaux originaux, d'une netteté qui ne laisse rien à désirer, et leur étude nous a permis de spécifier le mode de développement du feldspath dans les schistes micacés; il y a alors réellement injectio d'une roche éruptive dans un schiste déjà métamorphique, et nou pensons que cette double transformation peut être fructueusemen comparée, par la structure complexe de la roche à laquelle ell donne naissance, au mode de production encore si obscur de roches gneissiques.

---

(1) *The American journal of Science*, 1881.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Mémoire sur les connexions de la **propagation de la chaleur** *avec leurs différents* **clivages** *et avec les* **mouvements du sol** *qu les ont produits*,

Par M. **Edouard Jannettaz.**

Dans les mémoires que j'ai déjà publiés sur ce sujet ou sur le questions qui s'y rattachent, j'ai montré que les roches dites *schisteuses* conduisent mieux la chaleur dans les directions parallèles que dans la direction perpendiculaire à leur plan de schistosité (1) ; que la stratification est par elle-même sans influence sur la variation de la conductibilité calorifique des roches (2).

Je me propose aujourd'hui de discuter les différentes causes auxquelles on peut être tenté d'attribuer cette variation de la conductibilité thermique, puis de montrer les services que ce phénomène peut rendre pour l'étude des mouvements du sol.

§ 1. — *Rapports de la conductibitité calorifique avec les clivages des roches, et particulièrement avec le longrain.*

Dans un assez grand nombre de phyllades et de schistes argileux, on peut observer plusieurs directions planes de clivage facile.

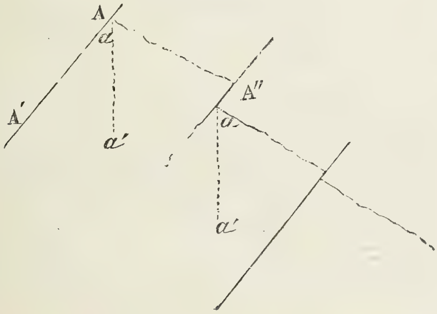
A Angers, dans la carrière découverte des Petits-Carreaux, on a en face de soi le plan de la schistosité des phyllades ; c'est de ce plan qu'on profite tout d'abord pour l'abattage de la roche. En outre, celle-ci se trouve naturellement divisée en tronçons de prismes par deux systèmes de fentes à peu près perpendiculaires au plan de schistosité, inclinés l'un sur l'autre de 100° à 125°. Grâce à ces différentes directions planes de séparation facile, on extrait aisément des blocs en forme de prismes, dont la schistosité fournit les bases et dont les fentes naturelles forment les pans. Des deux systèmes de fentes il y en a un qui l'emporte généralement sur l'autre en régularité, comme en netteté. Ensemble, ils constituent les *joints* des carriers, *diaclases* de M. Daubrée. Ce n'est pas tout, les ardoises possèdent encore à Angers, comme dans l'Ardenne, à Rimogne, etc., une autre direction plane de séparation facile. Celle-ci n'est pas discernable pour un œil peu exercé. Les ouvriers qui débitent les ardoises en feuillets savent en reconnaître la trace sur le plan de schistosité, où elle semble quelquefois indiquée par des alignements de cristaux de pyrite. En somme, le longrain est un plan de clivage perpendiculaire à celui de la schistosité. A Angers, il est en général parallèle à la bissectrice de l'angle obtus des diaclases (fig. 1).

---

(1) *Bulletin Soc. géol.* 3e série, t. II, p. 264.

(2) Id. id. t. III, p. 503.

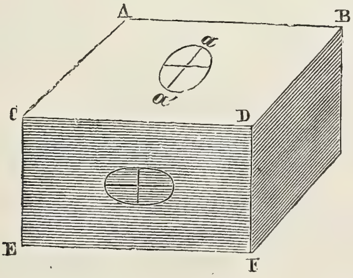
Fig. 1.



AA', AA'', traces des diaclases ; *aa'*, trace du longrain sur le plande schistosité.

Ce qui caractérise le longrain, c'est qu'il passe par un point quelconque de la roche, comme il arrive pour le clivage proprement dit dans les minéraux, pour la vraie schistosité dans les roches. Comme la vraie schistosité, il garde sa direction sur une étendue énorme ; comme elle enfin, il peut être trouvé facilement à l'aide des courbes isothermiques (fig. 2). Sur le plan CDEF perpendiculaire aux feuillets, l'ellipse a son grand axe parallèle à la direction CD, celle de la schistosité ; sur le plan ABCD, la courbe isothermique est allongée suivant le longrain *aa'*.

Fig. 2.



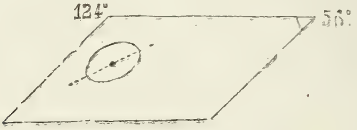
Dans une note antérieure (1), j'ai déjà signalé ce parallélisme du grand axe de ces courbes et de la direction du longrain sur le plan de la schistosité dans l'ardoise de Fumay ; le rapport des axes y variait de 1,06 à 1,08. Sur un fragment de phyllade, qui a été scié dans un bloc de Rimogne (Ardennes), et qu'on voit exposé à l'entrée de la galerie de minéralogie et de géologie au Muséum d'histoire naturelle, M. de la Houssaye, le donateur, avait marqué, à la demande de M. Daubrée, la direction du longrain. Le grand axe de la courbe isothermique vaut ici 1, 2, en prenant le petit pour unité.

Sur un feuillet de clivage d'un phyllade gris-verdâtre, provenant de Génos (Haute-Garonne), le rapport des axes d'une courbe analogue est 1, 1 ; le grand axe y est, comme toujours, parallèle à un plan de séparation plus facile.

De ces faits on doit conclure que le plan du *longrain* des ardoisiers de l'Ardenne, appelé ailleurs le *long*, et celui de la schistosité se comportent comme les plans de clivage des minéraux, soit au point de vue d'une division plus facile, soit au point de vue du pouvoir de propager plus facilement la chaleur.

Tous les fragments de schiste à forme rhomboïdale que j'ai pu essayer m'ont présenté le même fait (fig. 3). Sur un de ces morceaux dont je ne connais pas la localité, j'ai produit une courbe dont le grand axe est parallèle à la bissectrice de l'angle aigu du parallélogramme qui en limite le contour. Sur une table de même forme d'un schiste argileux provenant de Rougé (Loire-Inférieure), le grand axe est très voisin de la bissectrice aiguë, et le rhomboïde se divise avec une grande facilité suivant cette direction.

Fig. 3.



Dans des schistes rhomboïdaux d'Ancenis, qui proviennent du Culm (schistes à lamellibranches du Carbonifère le plus inférieur, d'après la détermination de M. Bureau) sur le plan de schistosité, on peut obtenir une ellipse dont l'excentricité est 1,066.

Lors d'une excursion aux environs de Mayenne, à une lieue environ de cette ville, sur la route d'Oisseau, j'ai rencontré dans des anfractuosités d'un talus qui borde la route, des schistes adossés à un granite qui se désagrège facilement. L'âge de ces roches n'est pas encore déterminé. Elles se rapprochent minéralogiquement des schistes du Carbonifère d'Ancenis. Ces schistes sont brisés en morceaux qu'on pourrait presque appeler des miettes. Il serait difficile d'assigner une forme commune à ces fragments ; les uns ont quatre pans, les autres en ont cinq, quelques-uns en ont six. Deux d'entre eux, de formes différentes, mais dont j'avais orienté les contours relativement à une direction repérée, ont été essayés sur le plan de schistosité. Au moyen de la graisse d'abord fondue, puis abandonnée au refroidissement autour d'un point échauffé par mon appareil (1), j'y ai produit des courbes isothermiques, dont le grand axe avait une position constante, et dont l'excentricité variait de 1,08 à 1,12. Dans une de ces plaques le grand axe est parallèle à des lignes très fines, qui ressemblent à des ébauches de fissures parallèles.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, t. IV, p. 819, et t. V, p. 416.

Je citerai comme dernier exemple le phyllade du Silurien moyen de Vitré (Ille-et-Vilaine), où le plan de schistosité donne une ellipse à excentricité presque aussi grande que celle qu'on obtient sur le plan perpendiculaire. Le rapport des axes y est d'environ 1,4 sur le dernier, et de 1,37 sur le plan de la schistosité même.

En terminant ce paragraphe, je dirai que la plupart des échantillons de schistes dits rhomboïdaux m'ont offert un grand axe parallèle à la bissectrice aiguë de leurs côtés (schistes parallélogrammiques d'Oisseau, de Vitré, de Rougé (Loire-Inférieure), de Renazé, etc., et quelques autres sans localité connue ; je dois faire remarquer cependant qu'à Angers, le grand axe est parallèle à la bissectrice de l'angle obtus du parallélogramme ; que dans un ou deux échantillons d'Oisseau il est parallèle à un des côtés du parallélogramme produit par des fentes naturelles. Quoi qu'il en soit de sa position par rapport aux fentes, le grand axe de l'ellipse isothermique est toujours et invariablement parallèle au longrain de la roche, c'est-à-dire à sa direction de plus facile clivage. Je crois pouvoir donner par extension le nom général de *longrain* à cette direction. Il n'y a pas de raison pour en chercher un autre. Si les roches où il existe méritaient une exploitation, les ouvriers donneraient sans aucun doute un nom analogue à cette direction de fissilité, qu'ils mettraient bien vite à profit.

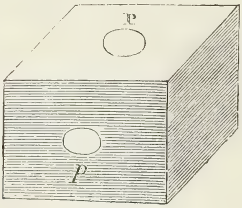
Les prismes rhomboïdaux de houille offrent des phénomènes analogues. Le grand axe des courbes est ordinairement parallèle à la bissectrice de l'angle aigu de ces prismes. La figure 4 montre un morceau de houille formé de feuilles de Cordaïtes, provenant de

---

(1) *Ann. ch. et phys.*, t. XXIX, 14e série, p. 25.

Saint-Etienne, et que je dois à l'obligeance de M. Renault. Sur le plan de stratification P, la courbe isothermique est une ellipse, comme sur le plan p, perpendiculaire aux couches.

Fig. 4.



§. 2. *Relation de la structure fibreuse et de la conductibilité thermique.*

Il semble qu'une roche qui présente ainsi deux clivages perpendiculaires l'un à l'autre doit être divisée en fibres. C'est ce qu'on observe dans les schistes de Vitré, où l'ellipse isothermique présente à peu près la même excentricité dans deux directions planes rectangulaires entre elles. Mais il n'est pas indispensable que les éléments de la roche soient alignés les uns parallèlement aux autres, pour qu'elle possède sur le plan de schistosité une direction où elle conduise la chaleur avec une facilité plus grande. Dans les phyllades d'Angers, dans ceux d'Ancenis, les éléments qui constituent la roche ont la forme aciculaire, mais ils montrent toutes les orientations possibles sur le plan de clivage facile ou de schistosité.

J'ai prouvé (1) que les minéraux à texture fibreuse ou lamellaire ne conduisent pas mieux la chaleur dans la direction des fibres ou des lamelles, que s'ils ne présentaient pas cette disposition de leurs parties. Je rappelle en passant que la galène striée, que la fluorine fibreuse donnent uniquement des cercles pour courbes isothermiques ; que ces courbes sont les mêmes pour l'hématite rouge (fer oligiste fibreux) et pour le fer oligiste de l'île d'Elbe (cristaux à masse indivise). Les cristaux de pyroxène fibreux conduisent aussi la chaleur absolument comme ceux à cassure vitreuse. J'ai voulu approfondir cette question.

J'y étais invité par le rapprochement que des auteurs de fort estimables traités de Physique ont cru devoir faire de mes expériences sur les roches, et de celles de de Candolle et de la Rive sur le bois. Dans mes précédents mémoires j'ai le premier établi ce parallèle ; mais, de ce que la chaleur passe mieux suivant les fibres dans le bois et dans les roches, il ne faut pas conclure que la loi découverte par de Candolle dans le bois était un précédent pour celle que j'ai observée dans les roches; car, la structure fibreuse a des origines très différentes pour ces deux sortes de matières.

---

(1) *Bul. Soc. Géol.*, 3^e série, t. III, p. 499, et t. VI, p. 203.

J'en citerai comme premier argument, le résultat d'observations que j'ai tentées sur le pouvoir conducteur des fibres musculaires, avec l'assistance bienveillante de M. le Dr Blanchard, dans le laboratoire et sur les indications de M. Paul Bert, à la Faculté des sciences.

M. le Dr Blanchard a mis à nu le muscle couturier d'un chien, l'a dépouillé de son enveloppe. J'ai enduit le muscle de graisse; je l'ai fait traverser dans le milieu de sa largeur par une tige métallique recourbée, munie d'écrans et chauffée à une de ses extrémités par une lampe à esprit de vin. Il s'est produit une courbe isothermique à peu près circulaire, qui tendait vers une ellipse à grand axe transversal par rapport aux fibres musculaires. Le muscle était tendu pendant cette opération. Une fois coupé, le muscle s'est retiré sur lui-même. L'ellipse est devenue très aplatie; le grand axe en était parallèle aux stries, perpendiculaire aux fibres; ce qui me porte à croire que la densité moléculaire du muscle après sa rétraction, était plus grande suivant la direction de ses stries, que suivant celle de ses fibres. Cette observation prouve déjà que la direction des fibres n'est pas partout celle de la plus facile propagation de la chaleur.

En outre, les fibres végétales ne doivent pas leur action à leur texture fibreuse; j'en ai acquis la preuve par les expériences suivantes :

J'ai fait tailler en plaques et soumis à mon appareil des morceaux de bois vert ou desséché de différentes essences, et des morceaux des mêmes bois carbonisés à des températures variables, que M. Ch. Cloez a pu faire préparer pour moi à la poudrière de Sevran-Livry.

Tableau indiquant les excentricités des ellipses obtenues sur des plaques de bois ou de charbons parallèles aux fibres et à l'axe de la plante.

Bois de	Température	Rapport des axes des ellipses isothermiques.
Bourdaine frais	Ordinaire	1,662
—	150°	1,573
—	300°	1,17
Aulne frais	Ordinaire	1,7
Aulne sec	id.	1,68
—	150°	1,45
—	250°	1,1

Voici d'autres exemples :

Sur une plaque de chêne du Nord taillée parallèlement aux fibres et bien sèche, l'ellipse isothermique est caractérisée par le rapport de ses axes 1,47 ; sur un morceau de charbon du même bois obtenu à environ 400°, le rapport des axes de la courbe n'est plus que de 1,243; enfin, ce rapport n'est que de 1,09 sur une plaque du même morceau ayant la même direction, mais soumise au rouge sombre pendant plus de deux heures à l'action d'un courant de chlore sec.

Dans le sapin même bien sec, coupé depuis plusieurs années, l'ellipse est fort allongée; le rapport des axes y est de 1,95. Un morceau de sapin soumis pendant plusieurs heures en vase clos à une température d'au moins 1200° a perdu presque complètement la faculté de conduire beaucoup plus facilement la chaleur dans la direction de ses fibres; l'ellipse y est devenue presque circulaire; le rapport des axes ne dépasse pas 1,06.

En résumé, si les fibres du bois conduisent mieux la chaleur suivant leur longueur que dans la direction transversale, cela tient à une propriété organique, toujours en relation avec un clivage plus facile et une élasticité plus grande ; le charbon de bois, qui a perdu presque complètement sa structure organique, perd aussi cette propriété des fibres qui le composent.

Ce que ces recherches mettent en évidence, c'est que dans le bois, comme dans les cristaux et les roches, la direction du maximum d'élasticité coïncide avec celle de la plus facile propagation du flux calorifique. Les cristaux tendent à devenir fibreux, à s'allonger dans la direction de leur plus grande élasticité; ils tendent à se grouper suivant les faces où ils conduisent le mieux la chaleur. Telle est la loi générale que j'ai déduite de l'ensemble de mes expériences.

De plus, l'observation directe montre encore que la texture fibreuse n'est pas dans les roches la cause première des variations de la conductibilité thermique.

En effet, lorsqu'on examine au microscope, surtout en lumière polarisée parallèle, des sections minces des roches schisteuses, on voit que sur les sections perpendiculaires au plan de la schistosité, il y a une orientation bien nette des éléments constituants. Ceux qui sont sensibles à la lumière polarisée s'éteignent souvent ensemble pour une même direction de la plaque. C'est ce qu'il est aisé de constater dans les phyllades d'Angers ou de Fumay. Les cristaux aciculaires de la roche d'Angers s'éteignent ainsi, et la ligne d'extinction commune est parallèle à leur longueur.

Examinons maintenant des lames minces de ces roches, parallèles au plan de schistosité.

Sur des lames d'ardoise ou phyllade de Fumay, on remarque un parallélisme très sensible des cristaux aciculaires biréfringents, qui forment l'élément principal de la roche. Ils sont orientés parallèlement au longrain. Dans le schiste de Vitré, les éléments se divisent en deux groupes au point de vue de leur orientation, et pourtant sur ce plan le rapport des axes diffère peu de celui qu'on observe sur le plan perpendiculaire.

Dans les schistes d'Ancenis, et surtout dans ceux d'Angers, on observe des extinctions d'aiguilles cristallines dans tous les azimuts autour de l'axe optique du microscope ; ces roches présentent néanmoins un longrain fort net; les aiguilles s'éteignent dans la direction de leur longueur; enfin, le phyllade gris, luisant, à pâte fine, de Génos (Haute-Garonne), offre très peu de ces aiguilles cristallines biréfringentes, et celles-ci ont toutes les orientations possibles.

Ce petit nombre d'exemples permet déjà de constater que le longrain existe dans les roches où les élements sont orientés, comme dans celle où il n'y a pas d'orientation de ces éléments. Ce n'est donc pas seulement à l'orientation des éléments cristallisés de la roche qu'il faut attribuer les variations de sa conductibilité pour la chaleur. Et d'ailleurs pourquoi ces éléments disposés parallèlement les uns aux autres sur le plan de schistosité dans les ardoises de Fumay n'y donneraient-ils pas lieu à des excentricités aussi considérables que sur le plan perpendiculaire? Or, sur ce dernier, à Fumay, comme à Génos, l'excentricité atteint 1,9, et sur le plan de schistosité, elle parvient au plus à 1,2. Donc, il faut chercher ailleurs que dans l'orientation des éléments doués d'une conductibilité calorifique considérable la cause de la variation de cette conductibilité dans les différentes directions.

Examinons maintenant une autre cause possible de cette variation : le retrait des roches.

§ 3. *Influence du retrait sur la conductibilité calorifique dans les roches.*

Le retrait n'offre aucune explication acceptable des variations de cette conductibilité. J'ai commencé une série d'expériences à cet égard. Je puis citer aujourd'hui des observations directes sur des marnes humides abandonnées depuis longtemps à une dessiccation spontanée dans un large bocal. Il s'est produit des fentes dans la masse de la matière; en développant des courbes isothermiques à la surface de la marne desséchée, on constate que leurs grands axes sont perpendiculaires aux fentes ; or, les roches schisteuses présentent le phénomène inverse (fig. 5).

Dans un autre bocal circulaire de 0^{m}, 17 de diamètre, j'ai laissé de l'argile délayée dans de l'eau se dessécher d'elle-même ; quinze jours après, il s'est produit des fentes ; un bloc pentagonal à peu près régulier s'est détaché de la masse. Le diamètre du pentagone est d'environ 0^m, 11 ; les fentes presque perpendiculaires, à surface déchiquetée, ont 0^m, 15 de large dans leur partie supérieure, 0^m, 12 dans leur partie inférieure ; elles ont déchiré le bloc d'argile dans toute sa hauteur, qui est d'environ 0^m, 025. Les courbes isothermiques sur les bords, comme au centre du bloc, sont toutes circulaires (fig. 6).

Fig. 5.

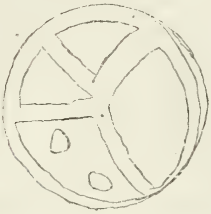
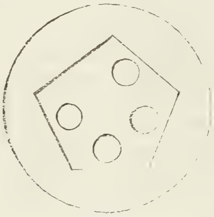


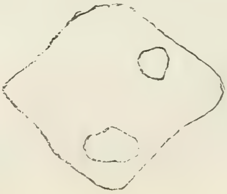
Fig. 6.



Dans un troisième vase, celui-ci rectangulaire et de plus grandes dimensions, j'ai placé aussi de l'argile très régulièrement délayée avec de l'eau ; il s'y est produit également des retraits ; des fentes larges de 0^m, 006, profondes de 0^m,007, séparent de la région extérieure celle du milieu sous la forme d'un gâteau presque circulaire ; au contact des parois du vase règne aussi une fente assez large ; partout les courbes isothermiques sont circulaires.

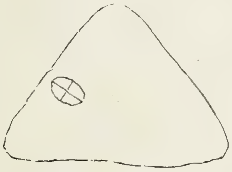
Une marnolithe grise cloisonnée, naturelle, renfermant des veines de calcaire cristallin, jaune, et provenant de la collection de Drée, donne des courbes irrégulières qui s'allongent auprès des bords de l'échantillon (fig. 7).

Fig. 7.



Sur une section droite d'un prisme de basalte triangulaire, j'ai formé aussi en certains points des ellipses, dont le grand axe est perpendiculaire aux côtés (fig. 8).

Fig. 8.



Il en a été de même sur la section droite pentagonale d'un trachyte des Antilles; trois courbes voisines des bords avaient leur grand axe égal à 1.06, 1.05, 1.03 en prenant le petit pour unité.

Dans tous ces échantillons, la région du milieu ne donne que des cercles.

Les cas que j'ai pu étudier jusqu'ici me permettent de dire que le retrait a une *influence peu considérable à cause de la petitesse de l'aire à laquelle il s'étend, et une influence précisément contraire à celle dont les roches schisteuses conservent l'empreinte. Le verre trempé m'avait déjà fourni* (1) *des indices anticipés de l'action du retrait.*

§ 4. *Influence de la pression sur les variations de la conductibilité thermique.*

En résumé, tout ce qui précède prouve : 1° que, sous la forme fibreuse, les matières minérales ne conduisent pas mieux la chaleur que sous une autre forme; mais que le plus souvent elles sont fibreuses par suite d'un allongement dans la direction où elles conduisent le mieux la chaleur; 2° que le retrait a une influence souvent nulle, quelquefois appréciable au moyen de courbes isothermiques, mais de sens inverse à celle de la schistosité; car, les courbes isothermiques produites par le retrait, sont allongées perpendiculairement aux fentes, ou surfaces de séparation auxquelles il donne lieu, tandis que sur la tranche des roches schisteuses, le grand axe des courbes est parallèle au plan de schistosité.

Il faut donc chercher une autre origine de la schistosité.

Cette origine, c'est la pression, comme l'ont démontré les expériences de MM. Sorby, Tyndall, en Angleterre, et de M. Daubrée, en France.

On sait que les argiles rendues schisteuses par pression se comportent vis-à-vis de la chaleur comme les schistes argileux (2).

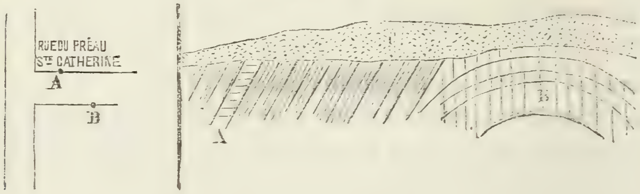
(1) *Bul. Soc. Géol.*, 3e série, t. IV, p. 128.

(2) *Bul. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 504.

La pression qui a produit la schistosité a pu avoir elle-même pour causes premières : 1° le poids des masses superposées à la roche pressée ; 2° les mouvements du sol. L'action du poids des masses supérieures qui écrasait les roches sous-jacentes est simple et facile à concevoir. Celle qui est due aux mouvements du sol est plus complexe. En certains points, les roches soumises à des mouvements ont été comprimées ; sur d'autres points elles ont été tiraillées. *Les fentes qui résultent de la traction et la fissilité que détermine la pression se trouvent avoir la même direction dans les roches en selle.* Car sur les flancs de la voûte il y a eu pression et développement d'une fissilité perpendiculaire à cette pression ; au sommet de cette voûte il y a eu traction et division en sortes de voussoirs perpendiculaires à cette traction. Ceci ne peut être net que dans le cas où les selles ont un faible rayon de courbure. J'en ai cherché longtemps un exemple.

Mon collègue et ami, M. Œhlert, a bien voulu m'en faire connaître un des plus intéressants que fournit la rue du Préau-Sainte-Catherine, à Laval. Quand on regarde la rue d'Ernée, on observe à sa gauche une voûte formée par des schistes carbonifères, à sa droite des bancs qui plongent vers le Sud (fig. 9), la stratification en est parallèle à ce plongement.

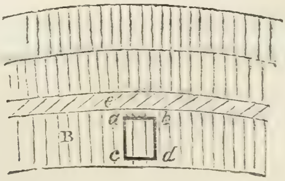
Fig. 9.



En A il y a eu pression ; la roche est devenu schisteuse parallèlement à sa stratification.

En B, la roche est divisée en plaquettes verticales ; forcée de se courber en arc, elle s'est divisée au sommet de la voûte en plaques minces. On observe en ce point plusieurs couches superposées presque horizontales ; entre deux d'entre elles, on en voit une *e* très étroite dont les morceaux ont une direction oblique (fig. 10).

Fig. 10.



J'ai d'abord analysé chimiquement un fragment *abcd* de cette roche. Elle diffère peu à ce point de vue des schistes argileux du Culm dans le Harz; elle est composé de : silice 59,58; alumine 16,95; oxyde de fer 7,27 ; magnésie 2,8 ; chaux 2,43 ; potasse 1,6 ; soude 1,9 ; eau 5,46; acide carbonique 2,1. La densité en est de 2,67; elle est facilement fusible au chalumeau en globule presque transparent mais verdâtre. La couleur en varie du gris au jaune clair ; elle est complètement décolorée par calcination. L'acide chlorhydrique en dissout 8 0/0. Elle est complètement attaquable par l'acide sulfurique concentré, bouillant. Elle n'a pas l'aspect schisteux ; mais si on forme une courbe isothermique sur une section parallèle à *abcd,* par conséquent perpendiculaire à la schistosité générale des couches qu'on voit distinctement en B (fig. 9), on obtient une ellipse dont le grand axe est parallèle à *ac*, le petit l'étant par suite à *ab*. L'excentricité de cette courbe est assez considérable; elle atteint 1,58.

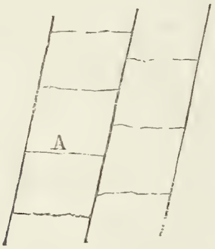
Au microscope, en lumière parallèle, les éléments essentiels apparaissent tous cristallins. Au grossissement de 600, quelques-uns allongés suivant la direction *ac* de la schistosité, sont des fibres fines, distantes d'au plus 1 millième de millimètre, qui s'éteignent parallèlement à leur longue dimension, et qui semblent se continuer d'une extrémité à l'autre de la plaque. Ces fibres n'entrent évidemment que pour une proportion assez faible, 1/10 au plus, dans la composition de la roche. Entre ces espèces de filaments sont dispersés sans aucun ordre les autres éléments, qui se ressemblent assez pour qu'on puisse les regarder comme appartenant à une même espèce minérale. Ce sont de petits cristaux, à contours quelquefois réguliers, offrant alors, mais rarement, ici une section hexagonale avec des angles de 120°, là un contour presque rectangulaire, plus souvent enchevêtrés les uns dans les autres, ou groupés en masses dont le contour n'a plus rien de rectiligne. Les hexagones s'éteignent suivant un de leurs côtés, les fibres plus ou moins rectilignes à des distances angulaires variables, tantôt à 10°, tantôt à 30°, ou même à 45° de leur plus longue dimension. Elles sont d'ailleurs elles-mêmes le plus souvent des groupements de fibrilles qui ne sont pas parallèles entre elles.

Je ne puis rapporter ces petits éléments cristallins au mica, lequel d'habitude repose par une de ses bases sur le plan de clivage des schistes dont il fait partie. La teneur en silice de la roche (environ 60 0/0) force aussi à chercher autre chose ; car on ne distingue au microscope, en dehors des éléments indiqués plus haut, que de très petits cristaux de feldspath disséminés çà et là dans les lames minces, qu'elles soient parallèles ou perpendiculaires à la schistosité. Si on retranche de 4 à 5 0/0 de carbonates, la proportion de la silice et de l'alumine s'élève un peu. On reconnaît précisément la composition chimique de la pyrophyllite. Cette matière est disposée en membranes verticales perpendiculaires aux bancs.

Pour la démonstration du sujet de ce mémoire, j'appellerai particulièrement l'attention sur ce fait, que les éléments tous cristallisés ont en majeure partie des directions quelconques. Ceux qui sont alignés suivant la schistosité sont probablement des fibres d'un mica magnésien; mais ils n'ont pas un rôle important.

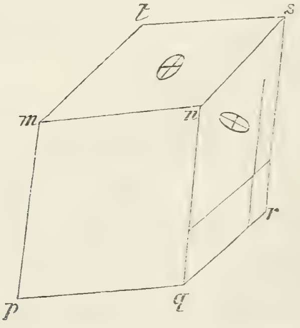
En A (fig. 9 et 11), on rencontre une roche fort semblable à celle de B, divisée pour ainsi dire en tronçons par deux systèmes de fentes qui appartiennent aux *joints* ou *diaclases* de M. Daubrée.

Fig. 11.



Soit un de ces tronçons (fig. 12) *mnpqrst*. La face *mnpq*, parallèle à un des systèmes de fentes, est située vis-à-vis de l'observateur. La face *mtsn* est parallèle à l'autre système; elle fait un angle de 110° à 120° avec la première; la face *nsqr*, presque verticale, est le plan de stratification et de schistosité générales : elle est à peu près perpendiculaire aux deux autres faces. Sur le plan *mtsn*, l'ellipse isothermique a un grand axe 1, 1, parallèle au plan de schis-

Fig. 12.



tosité; sur la face *nsqr*, on observe aussi une ellipse à excentricité très faible; le rapport des axes n'est que de 1,04; il paraît y avoir sur ce plan un longrain; le grand axe de la courbe est parallèle à la bissectrice de l'angle obtus.

Cette roche a une composition qui s'éloigne peu de celle du schiste précédent; elle renferme simplement 9 0/0 de silice en plus, et présente un certain faciès grenu qui la fait assez ressembler à un grès.

L'analyse m'a fourni les résultats suivants: Silice 69,7; alumine et oxyde de fer 17,25; potasse et soude 6,2; eau 4,5; acide carbonique et chaux environ 1. La densité en est de 2,6. Au microscope on y observe des éléments aciculaires ou fibreux jaunâtres, dont le plus grand nombre s'éteignent parallèlement à leur longueur dans la lumière polarisée; on y distingue aussi beaucoup de cristaux incolores, qui sont évidemment des cristaux de quartz où la lumière polarisée permet de reconnaître des sections quelquefois hexagonales. Les éléments de cette roche sont presque tous cristallisés; ils ne sont orientés ni sur une face, ni sur l'autre, Je donnerai prochainement une étude plus complète des éléments de ces roches au point de vue optique. Ce que j'en puis dire aujourd'hui, c'est que la roche recueillie en A fig. 9, diffère peu de celle qui provient du sommet B de la voûte. Elle contient quelques centièmes de silice en plus, en partie à l'état de sable quartzeux mélangé, et surtout une grande quantité de feldspath, ce qui lui donne un peu l'aspect du grès; elle contient un peu plus d'oxyde de fer à l'état de limonite; elle est presque aussi fusible. Mais, comme on vient de le voir, les courbes isothermes n'y atteignent dans aucune direction le même degré d'excentricité que sur la face perpendiculaire à la schistosité, parallèle en quelque sorte à la clé de voûte. C'est donc au sommet du plissement, là où l'effort a été le plus considérable, où la roche a dû subir une traction qui l'a divisée en plaquettes perpendiculaires au plan des couches, c'est en B, qu'on observe l'ellipse la plus allongée, et le petit axe est parallèle à la direction suivant laquelle les éléments ont été écartés l'un de l'autre. Tout cela est d'accord avec la théorie que j'ai exposée dans les mémoires déjà cités.

J'en résumerai ainsi les principes, tous déduits de l'observation ou de l'expérience:

1° Une traction écarte l'une de l'autre les particules constituantes d'une masse dans la direction de son effort.

2° Une pression produit au contraire un rapprochement suivant la direction où elle s'exerce, tant que la condensation ne dépasse pas la limite d'élasticité des matières soumises à son influence.

C'est ici que se place le retrait des roches. En général, son action n'est pas considérable. Il a pour effet de condenser les éléments suivant la normale aux surfaces de cassure auxquelles il donne lieu. C'est aussi dans la direction de cette normale que les courbes isothermiques se montrent généralement allongées, et d'autant plus qu'on les produit plus près des fentes.

3° Des particules douées d'une mobilité relative, comme le sont celles qui forment les masses argileuses surtout lorsqu'elles sont amenées à un certain degré d'humidité, se disposent en couches parallèles et se tassent les unes contre les autres, lorsqu'elles sont soumises à des pressions un peu considérables. Les éléments, dont une dimension l'emporte de beaucoup sur les autres, s'orientent de telle sorte que leur plus grande longueur soit en général perpendiculaire à la pression. La masse est alors composée en quelque sorte de membranes que le choc ou le tranchant d'un couteau peuvent souvent séparer facilement les unes des autres. Les couches isothermiques dans ces masses devenues schisteuses sont en général des ellipses, et toujours en tout cas des courbes fermées, allongées parallèlement à la *schistosité*, qu'on peut appeler le *premier clivage*.

4° Un assez grand nombre de roches schisteuses possèdent une seconde direction plane de division facile, un second clivage dont la trace sur le plan de schistosité a reçu le nom de *longrain*. La courbe produite sur ce plan est aussi en général une ellipse, dont le grand axe est toujours parallèle au longrain. Ce second clivage, en général moins facile que la schistosité, pourrait être produit quelquefois par la réaction de la roche encaissante. Soit en effet une masse terreuse comprimée entre d'autres roches qui l'encaissent; celles-ci réagissent contre la pression que la masse refoulée exerce sur leurs parois; cette réaction équivaut à une pression latérale. De là une tendance à une sorte de schistosité perpendiculaire à celle qui est produite directement par la pression.

Mais, outre ce longrain, dont les courbes isothermiques révèlent la direction, sans qu'il soit d'ordinaire apparent, un grand nombre de roches présentent des cassures très visibles; elles sont comme divisées à l'infini en prismes rhomboïdaux; la base de ces prismes est formée par le plan de schistosité; les pans, par des plans parallèles à ces grands systèmes de fentes auxquelles M. Daubrée a donné le nom de *diaclases* (1). Le longrain paraît être souvent la résultante de ces diaclases. Dans ce cas, d'autres observateurs l'ont dit comme moi, en se plaçant à un autre point de vue, les roches seraient très fréquemment comparables à d'immenses cristaux. J'ajouterai que l'analyse thermique y manifeste même une analogie singulière avec la structure des cristaux. J'ai montré dans mes premiers mémoires (1) comment l'ordre de facilité des clivages dans les cristaux est d'accord avec celui de la plus grande conductibilité ; comment, pour retrouver la loi dans les cristaux où se croisent plusieurs clivages obliques, il faut chercher leur résultante.

---

(1) Bull. Soc. géol. Daubrée, 3^{me} série, T. 6, p. 550 : chaleur développée dans les roches. T. 7, p. 60 et 61; p. 108, application de la méthode expérimentale à l'étude des déformations et des cassures terrestres.

Si dans les roches on doit regarder souvent le longrain comme la résultante des mouvements du sol, dont les actions se manifestent par ces joints ou diaclases, la conductibilité thermique est merveilleusement propre à découvrir la position de ce longrain. Il y a là un champ d'études que je n'ai fait qu'aborder, mais qui s'agrandit tous les jours.

M. de Boury fait la communication suivante :

Les **Tufs quaternaires** *de* **Seraincourt** (*Seine-et-Oise*),

Par M. **de Boury**.

L'année dernière (2), M. Charles Brongniart a entretenu la Société des tufs quaternaires découverts par lui à Bernouville près de Gisors. J'ai rencontré un tuf analogue à Seraincourt près de Meulan. Il est situé dans une vallée qui sépare Seraincourt du hameau de Rueil.

Deux excavations pratiquées sur le bord de la route m'ont permis de l'observer sur une épaisseur de 2^m à 2^m50. A la partie supérieure et sous la terre végétale, se trouvent, en certains points, des dépôts que l'on rencontre très développés dans la même vallée près de Seraincourt et dont je reparlerai tout à l'heure. Ici je n'ai observé dans cette couche que de nombreuses petites *Hélix* et le *Cyclostoma elegans*.

Au dessous vient un tuf marno-sableux, très tendre, renfermant en assez grande quantité des coquilles lacustres et quelques rares coquilles terrestres.

On peut citer entre autres :

Hyalinia fulva, Müller. R.
Zua lubrica, Leach.
Vertigo pygmœa, Draparnaud.

---

(1) Jannettaz, Ann. Ch. et Phys. Loc. cit.

(2) Séance du 21 juin 1880.

Limnœa palustris, Müller.
— *ovata*, Draparnaud.
— *limosa*, Fleming.
— *intermedia*, Ferussac.
— *truncatula*, Goupil.
Bithinia tentaculuta et *opercules.*
Succinea humilis, Drouet.
— *elegans*, Risso.
— *Pfeifferi*, Rosmössler.

J'ai pu observer cette couche sur une épaisseur d'environ 2 mètres, mais l'exploitation n'a pas atteint le fond. Vers la base on remarque un lit mince de tuf calcaire non limoneux et assez dur. Ce lit ne m'a pas paru continu.

La couche limoneuse renferme de nombreux blocs de tuf caverneux, avec empreintes végétales appartenant sans doute à des roseaux. On y trouve des Limnées, mais en petite quantité.

Ces blocs forment parfois des lits sur une largeur de deux ou trois mètres, mais ils ne constituent pas de couches bien continues. Ils sont plutôt disséminés dans la masse du tuf limoneux, à des hauteurs très diverses.

Je n'ai pas encore déterminé l'étendue de ce dépôt que j'ai observé le long de la route pendant environ 100 mètres, mais qui, je crois, occupe une surface bien plus considérable.

Il est probable que ce tuf est dû à des sources incrustantes donnant naissance à un petit étang où croissaient de nombreux végétaux et où les mollusques abondaient.

La couche grise supérieure, dont j'ai parlé plus haut et qui n'avait que $0^{m}60$ d'épaisseur, atteint une puissance bien plus considérable à l'entrée du village de Seraincourt. Elle forme le talus de la route et peut être observée sur une épaisseur d'environ 2 mètres. On y retrouve très abondant le *Cyclostoma elegans*, mais il s'y ajoute en très grande quantité l'*Helix nemoralis.*

Le tuf est exploité en deux points très rapprochés.

M. Ch. Brongniart a bien voulu me communiquer les beaux échantillons qu'il a rapportés de Bernouville. J'ai pu ainsi reconnaître que les tufs de Bernouville étaient assez différents de ceux de Seraincourt. Ils renferment, en effet, une grande quantité de fossiles terrestres d'une conservation admirable, *Helix nemoralis*, *H. hortensis*, *Cyclostoma elegans*, etc. En outre les végétaux sont fort abondants, surtout les empreintes de feuilles. A Seraincourt je n'en ai pas encore observé une seule. La nature du tuf est également très différente.

M. Brongniart a aussi recueilli quelques débris d'ossements, malheureusement indéterminables. Jusqu'ici je n'en ai pas rencontré.

Des études postérieures me permettront, je l'espère, de donner des renseignements plus complets sur ces couches intéressantes.

Je dois remercier M. Brongniart des renseignements qu'il a bien voulu me donner, et M. Morlet auquel je suis redevable de la détermination des espèces.

M. **Œhlert** présente un Mémoire paléontologique sur les fossiles dévoniens de l'ouest de la France. Les matériaux qui lui ont servi pour ce travail proviennent de la collection de Verneuil déposée à l'Ecole des Mines.

Ce Mémoire comprend la description de 36 espèces, parmi lesquelles 25 proviennent du département de la Manche (Néhou, etc.), et 11 du département de la Sarthe (Viré, etc.); 24 sont nouvelles et 12 appartiennent à des formes déjà nommées. Ces dernières sont : *Naticopsis* (*Natica*) *Cotentina*, d'Orb. sp., *Myalinodonta* (*Avicula*) *Normanniana*, d'Orb. sp., *Turbo Januarum*, de Vern., *Evomphalus subulatus*, *Platyceras* (*Capulus*) *Lorierei*, de Vern. sp., *Bellerophon subdecussatus*, de Vern., *Athyris* (*Terebratula*) *Davousti*, de Vern. sp., *Aviculopecten* (*Avicula*) *Neptuni*, Goldf. sp., *Platyceras dentalium*, Hall., *Evomphalus laxus*, Hal. et *Microdonella (Microdon*) *Bellastriata*, Conrad sp.

L'une de ces espèces a dû être séparée du genre *Avicula* et constitue le type d'un genre nouveau *Myalinodonta*, rappelant par sa surface ligamentaire le genre *Myalina*, mais possédant des dents cardinales situées au dessous de la surface ligamentaire.

Séance du 7 Février 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM. Poncin, chef d'institution à Lyon, présenté par MM. Bertrand et Carez.

L'abbé Michalet, vicaire au Beausset (Var), présenté par MM. Péron et Toucas.

Beigbeder, ingénieur à Paris, présenté par MM. Parran et Nagel.

Le Président annonce la mort de MM. Robin-Massé et Boivin.

Il annonce ensuite que le Conseil a désigné pour candidats au prix

Viquesnel pour 1881 (par ordre alphabétique) : MM. Collot, Locard et Œhlert.

Il met aux voix la proposition faite par le Conseil de désigner Grenoble pour lieu de la réunion extraordinaire de 1881. Cette proposition est adoptée.

M. Alb. Gaudry remet à la Société, au nom de M. Émile **Rivière**, deux notes paléontologiques : l'une a pour objet le **gisement pliocène** de **Castel d'Appio**, près Vintimille. M. Rivière y a trouvé 262 espèces fossiles, dont il donne les noms ; Castel d'Appio peut donc être ajouté à la liste des plus riches gisements pliocènes d'Italie.

Le second travail offert par M. Rivière, est une étude des **Hypérostoses de poissons**, trouvées dans les grottes quaternaires de Menton. M. Gaudry appelle spécialement l'attention sur ce point, que M. Rivière a rencontré seulement une cinquantaine de pièces de poissons, sur lesquels il n'y a qu'une dizaine d'os de poissons marins. Ce chiffre est bien faible, comparativement à la multitude des débris d'autres animaux recueillis dans la grotte de Menton. Peut-être faut-il en conclure que les hommes de l'âge du *Mammouth*, trouvant dans la chasse des mammifères des ressources abondantes, ont été peu navigateurs.

M. Hébert dépose sur le Bureau un mémoire de M. Wohlgemuth.

M. Cotteau offre à la Société le mémoire qu'il vient de publier sur les Echinides des terrains tertiaires de la Belgique, et fait à ce sujet la communication suivante :

Note *sur les* Échinides *des* **terrains tertiaires** *de la* **Belgique,**

par M. **Cotteau.**

Le Mémoire que j'ai l'honneur d'offrir à la Société géologique (1) contient la description et les figures de toutes les espèces d'Echinides rencontrées jusqu'ici dans les terrains tertiaires de la Belgique. Ces espèces sont au nombre de trente et une.

Cidaris belgica, Cotteau.
Cidaris Vincenti, id.
Cyphosoma tertiarium, Lehon.

---

(1) Extrait du t. XLIII des *Mémoires couronnés* et *Mémoires des savants étrangers publiés* par *l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*. — 1880.

Cyphosoma Vincenti, Cotteau.
Echinus Nysti, id.
Echinus Colbeaui, id.
Psammechinus sphæroideus (Nyst), Cotteau.
Psammechinus Dewalquei, Cotteau.
Psammechinus Cogelsi, id.
Caratomus Lehoni, id.
Nucleolites approximatus, Galeotti.
Echinolampas affinis (Goldfuss), Agassiz.
Echinolampas Duponti, Cotteau.
Pygorhynchus Gregoirei, id.
Echinocyamus propinquus (Galeotti), Forbes.
Echinocyamus gracilis, Cotteau.
Echinocyamus Forbesi, id.
Lenita patellaris (Leske), Agassiz.
Scutellina lenticularis (Lamarck), Agassiz.
Scutellina rotunda (Galeotti), Forbes.
Holaster Dewalquei, Cotteau.
Brissopsis bruxellensis, id.
Hemiaster nux, Desor.
Hemiaster Vincenti, Cotteau.
Hemiaster Houzeaui, id.
Schizaster Corneti, id.
Schizaster acuminatus (Goldfuss), Agassiz.
Schizaster Van den Broecki, Cotteau.
Schizaster Scillæ (Leske), Agassiz.
Spatangus pes equuli, Le Hon.
Maretia grignonensis (Desmarest), Cotteau.

Les terrains tertiaires sont puissamment développés sur certains points de la Belgique; ils sont composés de couches très variées appartenant à des âges bien distincts, et les échinides qu'on y rencontre sont relativement en petit nombre. Cette rareté des oursins n'est point un fait exceptionnel et spécial au terrain tertiaire de la Belgique, nous la voyons se reproduire dans le bassin de Paris, en Angleterre, en Allemagne et en général dans tous les terrains tertiaires du nord de l'Europe dont la faune est pauvre en Echinides, lorsqu'on la compare à celle du midi de la France, des régions méditerranéennes et du nord de l'Italie; il est bon d'ajouter que la partie du terrain miocène, ordinairement la plus riche en oursins, la couche à Clypéastres, fait défaut dans les terrains tertiaires du Nord.

Nos trente et une espèces sont ainsi réparties dans les divers *systèmes* qui, d'après un tableau relevé par MM. Van den Broeck et Rutot, partagent les terrains tertiaires de la Belgique :

Le système *heersien* ne nous a offert aucune espèce d'Echinides.

Quatre espèces ont été rencontrées dans le système *landenien* et n'en franchissent pas les limites :

Holaster Dewalquei, Cotteau.
Hemiaster nux, Desor.
Hemiaster Vincenti, Cotteau.
Schizaster Corneti, id.

L'*Holaster Dewalquei* est très intéressant à noter : c'est la première fois que le genre *Holaster*, si abondamment répandu dans les différents étages du terrain crétacé, est signalé dans le terrain tertiaire. L'espèce présente tous les caractères du type et se rapproche de l'*Holaster amplus*, de l'étage aptien, par sa grande taille, par son aspect régulièrement cordiforme, par sa face supérieure renflée et subgibbeuse, par son sillon antérieur anguleux et très profond.

L'*Hemiaster nux* a déjà été recueilli en France, à Biarritz dans la couche à *Serpula spirulæa* et dans la couche à *Euspatangus ornatus*, en Suisse, dans le terrain nummulitique proprement dit, et en Italie, dans le terrain éocène de Vicence et de Vérone; partout il occupe un niveau supérieur à celui du système *landenien*.

Le système *ypresien* nous a offert quatre espèces :

Cidaris Vincenti, Cotteau.
Scutellina rotunda (Galeotti), Forbes.
Schizaster acuminatus (Goldfuss), Agassiz.
Maretia grignonensis (Desmarest), Cotteau.

Le *Cidaris Vincenti* représenté par quelques radioles, est seul spécial au système ; les trois autres espèces se retrouvent dans des couches plus élevées : signalons notamment la première apparition du *Maretia grignonensis* que nous retrouvons plus haut dans les systèmes *bruxellien*, *laekenien* et *wemmelien*. Les nombreux exemplaires que nous avons eu sous les yeux nous ont amené à reconnaître que l'espèce à laquelle en 1837, Galeotti d'abord et ensuite Forbes avaient donné le nom de *Spatangus Omalii* était identique par tous ses caractères à l'espèce de Grignon désignée, en 1836, par Desmarest sous le nom de *grignonensis*.

Le système *paniselien* renferme deux espèces nouvelles et propres à cet horizon.

Hemiaster Houzeaui, Cotteau.
Schizaster Van den Broecki, Cotteau.

Quatre espèces appartiennent au système *bruxellien.*

Scutellina lenticularis (Lamarck), Agassiz.
Scutellina rotunda (Galeotti), Agassiz.
Maretia grignonensis (Desmarest), Cotteau.
Spatangus pes equuli, Le Hon.

Aucune de ces espèces n'est propre au système : deux d'entre elles, *Scutellina rotunda* et *Maretia grignonensis* s'étaient déjà montrées dans le système *ypresien*; les quatre autres remontent dans le système *laekenien.*

Le système le plus riche en Echinides est le *laekenien* qui comprend seize espèces :

Cyphosoma tertiarium, Le Hon.
Cyphosoma Vincenti, Cotteau.
Caratomus Le Honi, id.
Nucleolites approximatus, Galeotti.
Echinolampas affinis (Goldfuss), Agassiz.
Echinolampas Duponti, Cotteau.
Pygorhynchus Gregoirei, id.
Echinocyamus propinquus (Galeotti), Forbes.
Echinocyamus gracilis, Cotteau.
Lenita patellaris (Leske), Agassiz.
Scutellina lenticularis (Lamarck), Agassiz.
Scutellina rotunda (Galeotti), Forbes.
Brissopsis bruxellensis, Cotteau.
Schizaster acuminatus (Goldfuss), Agassiz.
Spatangus pes equuli, Le Hon.
Maretia grignonensis (Desmarest), Cotteau.

Plusieurs de ces espèces méritent une mention particulière : nous citerons en première ligne le *Caratomus Lehoni*, remarquable par sa forme globuleuse, légèrement subrostrée en arrière, par ses tubercules assez largement scrobiculés et entourés d'un cercle de fins granules, par les protubérances subonduleuses et atténuées qui s'élèvent au milieu des plaques interambulacraires, par son péristome transverse et bordé d'un bourrelet saillant, et surtout par la structure toute particulière de l'aire ambulacraire impaire et de la zone antérieure des aires ambulacraires paires antérieures. Si par sa physionomie générale cette espèce, dont nous ne connaissons qu'un seul exemplaire, se rapproche des *Caratomus* parmi lesquels nous l'avons placée provisoirement, elle s'en éloigne par plusieurs caractères, et peut-être devrait-elle servir de type à un genre nouveau.

J'appellerai également votre attention sur l'*Echinolampas affinis*, parfaitement figuré par Goldfuss, et distinct de l'espèce des environs de Paris, qui a porté si longtemps ce nom d'*affinis* et qui doit reprendre celui de *calvimontanus* (*chaumontianus*), sous lequel Klein l'a fait connaître en 1734. La figure donnée par Klein est mauvaise, mais cependant parfaitement reconnaissable, en raison surtout du nom de localité assigné à l'espèce. L'*Echinolampas affinis* diffère de l'espèce parisienne par sa forme plus circulaire, moins ovale, moins sensiblement rostrée en arrière, par sa face supérieure plus régulièrement convexe, par son sommet ambulacraire moins excentrique en avant, par ses aires ambulacraires plus longues et moins costulées, par sa face inférieure moins pulvinée.

Citons encore le *Spatangus pes equuli*, spécial au terrain éocène de la Belgique et qu'on reconnaîtra toujours facilement à sa forme élevée, hémisphérique, quelquefois subconique, à sa face inférieure plane et tranchante sur les bords, à son sillon antérieur très profond, caréné, entamant l'ambitus et fortement excavé en dessous, à gros tubercules relégués le plus souvent sur le milieu des aires interambulacraires, à son péristome relativement éloigné du bord et à son périprocte ovale et placé très bas.

Sur les seize espèces du système *laekenien*, cinq s'étaient déjà montrées dans les systèmes précédents, *Scutellina lenticularis*, *Scutellina rotunda*, *Schizaster acuminatus*, *Maretia grignonensis* et *Spatangus pes equuli*, parmi lesquelles deux persistent dans l'étage *wemmelien*, *Schizaster acuminatus* et *Maretia grignonensis*, seules espèces que renferme ce système qui termine la série des dépôts éocènes.

Les systèmes *tongrien* et *rupelien* ne nous ont offert aucune espèce d'Echinides ; seulement à la partie supérieure du système rupelien, dans les couches *bolderiennes*, se rencontrent quelques radioles du *Cidaris belgica*.

Le pliocène est plus riche ; sept espèces se sont rencontrées dans les sables d'Anvers ou *diestiens :*

Cidaris belgica, Cotteau.
Echinus Nysti, id.
Echinus Colbeaui, id.
Psammechinus sphæroideus (Nyst.), Cotteau.
Psammechinus Dewalquei, Cotteau.
Psammechinus Cogelsi, id.
Echinocyamus Forbesi, id.

Signalons l'*Echinus Colbeaui* dont nous ne connaissons que le moule intérieur, remarquable par sa grande taille, sa face inférieure arrondie et pulvinée sur les bords, par son péristome s'ouvrant dans une dépression bien marquée de la face inférieure ; le *Psammechinus Dewalquei*, voisin du *P. miliaris*, si abondant sur les côtes de la Manche et de l'Océan, mais qui s'en distingue par ses zones porifères plus étroites, formées de pores disposés par paires moins obliques, par ses tubercules ambulacraires relativement plus gros, plus serrés et augmentant plus visiblement de volume vers l'ambitus, par son péristome plus ouvert; l'*Echinocyamus Forbesi*, confondu jusqu'ici avec l'*Ech. pusillus* de nos côtes, et cependant facilement reconnaissable à sa taille plus petite, à sa forme plus ovale et moins anguleuse en avant, à son périprocte toujours plus rapproché du bord antérieur que du péristome, tandis que c'est le contraire qui a lieu dans l'*Echinocyamus pusillus*.

Le *Cidaris belgica* s'était déjà montré dans le système *bolderien*. Les *Psammechinus sphœroideus* et *Echinocyamus Forbesi* se retrouvent dans les sables supérieurs; restent quatre espèces caractéristiques : *Echinus Nysti* et *Colbeaui*, *Psammechinus Dewalquei* et *Cogelsi*.

Trois espèces seulement se rencontrent dans les sables supérieurs ou *Scaldisiens*, deux des sables inférieurs et une troisième qui lui est propre :

Psammechinus sphœroideus (Nyst.), Cotteau.
Echinocyamus Forbesi, Cotteau.
Schizaster Scillæ, des Moulins.

Le *Schizaster Scillæ* est très répandu dans toute la région méditerranéenne; non seulement il abonde dans le terrain miocène, mais il se développe avec une grande profusion dans certaines localités du terrain pliocène; c'est la première fois que la présence de cette espèce est signalée dans le Nord de l'Europe.

Sur les trente et une espèces que renferment les terrains tertiaires de la Belgique, vingt-deux sont propres à la Belgique, et neuf seulement se retrouvent, dans d'autres pays, à des horizons à peu près identiques.

M. **Œhlert** présente une note paléontologique sur des **fossiles** provenant des **Calcaires de Montjean-Chalonnes**, dans le département de Maine-et-Loire.

Ces calcaires peu fossilifères, sont principalement caractérisés par la présence d'énormes Brachiopodes appartenant à la famille des *Pentameridæ*. L'un d'eux est rapporté provisoirement au genre *Am-*

phigenia, Hall, qui jusqu'ici n'a été signalé que dans le Dévonien d'Amérique. Toutes les espèces qui ont été recueillies sont caractéristiques de ces couches et aucune d'elles ne se retrouve dans la faune du Dévonien inférieur de l'Ouest de la France.

L'étude des polypiers et leur détermination faites par M. Nicholson conduisent au même résultat, et prouvent que le faciès de ces couches est différent de celui de La Baconnière, Viré, Néhou. Il existe au contraire quelques espèces communes avec celles du calcaire de l'Eifel.

D'après ces faits et la présence du genre *Uncites*, M. Œlhert croit devoir rapporter provisoirement ces couches au Dévonien moyen.

M. Albert **Gaudry** met sous les yeux de la Société quelques dessins que M. Lemoine lui a envoyés pour montrer les caractères des nouvelles pièces fossiles dont il a été parlé dans une des précédentes séances.

Il appelle particulièrement l'attention sur le dessin de la mâchoire du *Plagiaulax* trouvé par M. Lemoine ; ce dessin fait voir que le *Plagiaulax* de l'Éocène était intermédiaire pour le développement des prémolaires entre ses prédécesseurs les *Plagiaulax* du Purbeck et ses successeurs l'*Hypsiprymnus* et le *Bettongia*. Il établit un chaînon de plus entre ces genres actuels d'Australie et les *Microlestes* ou *Hypsiprymnopsis* du Trias. Les os des pattes des *Hypsiprymnus* comme ceux des *Kanguroos* ont des caractères si particuliers qu'ils sont faciles à reconnaître. Il serait curieux d'apprendre si le *Microlestes* du Trias, les *Plagiaulax* du Purbeck et de l'Éocène inférieur avaient la singulière démarche des *Kanguroos* et des *Hypsiprymnus* d'aujourd'hui.

Un des dessins de M. Lemoine met en relief la hauteur de la crête sagittale chez l'*Arctocyon;* M. Gaudry fait remarquer que cette élévation de la partie postérieure de la tête porte à supposer que les vertèbres du cou avaient des neurépines très longues comme chez les sarigues ; ce serait là un souvenir d'état marsupial chez un animal qui était sans doute devenu un placentaire.

Un autre dessin montre un bec du *Gastornis* avec des enfoncements que M. Lemoine appelle des pseudo-alvéoles. Ces enfoncements ont-ils simplement correspondu à des épaississements de la corne du bec, comme le pense le savant paléontologiste de Reims, ou bien indiquent-ils des dents fœtales comme chez la baleine ou des dents persistantes ? Il est difficile de le dire d'après la vue d'un dessin. Mais ce qui paraît bien vraisemblable c'est que le devant du bec n'avait pas trace de ces enfoncements. Ainsi comme chez l'*Hesperornis* décrit dans l'ouvrage de M. Marsh sur les *Odontornithes*, l'inter-maxillaire avait déjà franchement l'état d'oiseau, quand les maxillaires avaient encore un souvenir de l'état de reptile.

M. Parran fait la communication suivante :

Note *sur une* Source minérale *rencontrée dans une galerie des* houillères de Gagnières (*Gard*).

Par M. **Parrain.**

Une galerie au rocher de la houillère de Gagnières (Gard) a recoupé à l'altitude 47,60, à 250^{m} de profondeur au-dessous de la surface, des assises de schistes et de grès fins fissurés, à travers lesquels suinte du toit et des parois de la galerie, une source d'eau minérale dont la température à peu près constante a été trouvée de 19° centigrades.

Cette eau laisse un résidu de 10 gr. 520 par litre évaporé sur l'étuve à sable.

L'analyse du résidu, faite au laboratoire de l'usine de Bessèges, a donné :

$Si\,O^2$	traces
$Ca\,O$	0^{g}, 500
$Mg\,O$	0 , 150
$Fe^2\,O^3$, $Al^2\,O^3$	traces
So^3	3 , 944
Cl	0 , 247
Alcalis	5 , 056
Ho et $C\,O^2$	0 , 600
	10 , 497

La présence des chlorures et la forte proportion d'alcalis nous ont paru des faits intéressants à signaler.

Cette eau laisse déposer, par évaporation naturelle dans la galerie, un résidu calcaire et magnésien qui agglomère solidement entre eux, les fragments pierreux du ballast dont il forme ainsi une brèche très résistante.

La particularité que présente ce ciment d'être formé par un carbonate calcaire et magnésien, au lieu d'être formé par du sulfate de chaux comme on aurait pu s'y attendre, nous a paru pouvoir être rapprochée du phénomène auquel sont dus les dépôts de grès et de poudingues qui se produisent actuellement sur le littoral algérien, et que nous avons souvent observés entre Bône et le cap de Garde. Le ciment de ces grès est aussi un carbonate calcaire plus ou moins magnésien.

Le littoral est bordé de roches anciennes, schistes grenatifères, qui sont généralement acores, mais il présente quelquefois des parties basses et échancrées, correspondant à de petites anses arrondies à plage de sable et de menus galets.

L'anse est fermée généralement par une barre de sable fin, analogue à celles qui se forment à l'embouchure des rivières.

Entre la barre et le rivage, il n'y a qu'une très faible profondeur d'eau ; dans les temps calmes, et par les basses eaux, le sable est quelquefois mis à sec, ou se trouve tout au plus recouvert d'une lame liquide très mince, qui s'échauffe sous l'action solaire. On comprend dès lors que l'eau, déjà plus concentrée, et pénétrant dans les interstices laissés entre eux par les grains de sable, se trouve en présence de surfaces de contact divisées et multipliées à l'infini, et puisse laisser déposer les sels les plus fixes et les plus insolubles, qui sont les carbonates calcaires et magnésiens.

La présence de l'acide carbonique dans l'eau de la mer s'explique d'ailleurs naturellement par les nombreux épanchements de roches éruptives, qui existent sur le littoral, et par les fissures qui les accompagnent.

L'échantillon que je présente à l'examen de la Société, et qui a la consistance d'un grès ancien, a été pris sur la plage entre le fort Génois et le cap de Garde.

Séance du 21 *février* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Douvillé offre à la Société de la part de l'auteur, une note de M. **Davidson** (extraite du *Geological Magazine*, janvier 1881), sur les lamelles de jonction des spires internes dans un certain nombre de Brachiopodes des terrains anciens de l'Angleterre, appartenant aux genres *Spiriferina*, *Athyris*, *Meristella*, *Nucleospira*, *Retzia*, *Atrypa* et *Glassia* (genre nouveau). Ces études ont été faites sur des échantillons préparés par le Rev. Norman Glass, et dans lesquels les spires avaient été rendues visibles, soit directement, soit par transparence, lorsque l'intérieur de la coquille était rempli de spath calcaire.

M. Dagincourt fait la communication suivante :

Note sur la **Géologie** *des environs de* **Saint-Amand** (Cher),

par M. **Dagincourt**.

Les couches jurassiques inférieures (*Infràlias et Lias*) qui affleurent aux environs de Saint-Amand (Cher), ont déjà été de la part de quelques géologues, le sujet d'études générales.

MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy (1), puis MM. Boulanger et Bertera (2) ont indiqué les grands traits des caractères de ces couches, ainsi que leurs principales subdivisions.

Croyant par suite de certaines dispositions dues à des failles, à une discordance de stratification entre le calcaire infràliasique et les grès sous-jacents, ces auteurs fixèrent entre ces deux assises la ligne de séparation des périodes triasique et jurassique; nous verrons plus loin, qu'aujourd'hui la concordance de ces assises étant bien prouvée, il n'est pas aussi facile de fixer la limite de ces deux terrains.

Depuis le séjour qu'Alcide d'Orbigny fit à Saint-Amand, pour y recueillir des fossiles dans les marnes du Lias moyen et du Lias supérieur, quelques localités telles que les Cottards, le Bois de Trousse ont gardé une juste célébrité de richesse fossilifère; le savant paléontologiste y prit les types d'un grand nombre des Ammonites du Lias moyen qu'il a décrites et en dédia plusieurs à des habitants de Saint-Amand qui lui avaient prêté leur concours pour ses recherches; Ex : *Ammonites Maugenesti*, *A. Masseanus* etc., (1).

Les observations multiples que j'ai recueillies dans les nombreuses excursions que j'ai faites pendant le cours des six dernières années, ainsi que tous les documents réunis par mon père, m'ont permis de bien définir dans le Lias un plus grand nombre de zones que cela n'avait encore été fait. J'ai cru qu'il serait intéressant de communiquer le résultat de mes recherches à la Société géologique, et de lui présenter ce travail stratigraphique sur les différentes assises et zones de l'Infràlias et du Lias. J'y ai ajouté en quelques points, quelques indications sur les failles qui ont disloqué ces couches.

Je mets sous les yeux de mes collègues une carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{20,000}$ de la contrée que j'ai étudiée, c'est-à-dire de la région comprise entre Sancoins d'une part et la vallée de la Sinaise de l'autre, de chaque côté de Saint-Amand. Le tracé topographique a été fait par mon père et mon regretté ami M. Courtois; j'y ai dessiné l'affleurement des couches liasiques et infràliasiques sans tenir compte des sables, qui les masquent en de nombreux endroits, mais sous lesquels j'ai pu presque partout, en profitant de nombreuses fouilles faites dans des buts divers, reconnaître la nature du sous-sol. Chacune des zones du Lias y est distinguée par une couleur différente, et tous les points où j'ai recueilli des fossiles y sont indiqués par un signe particulier.

---

(1) Explication de la Carte géologique de France.

(2) Explication de la Carte géologique du Cher.

(3) Dédiées aux Docteurs Maugenest et Robin-Massé.

Cette carte qui, vu ses grandes dimensions ($3^{m}50$ sur $1^{m}10$) ne sera probablement jamais publiée, restera à Saint-Amand à la disposition de tous ceux qui désireront la consulter.

Nous allons étudier successivement :

I. L'Infralias.
II. Le Lias.
III. Les plissements et les failles.

I

INFRALIAS

Minéralogiquement, il se compose de deux grandes masses, l'une inférieure grèseuse, l'autre supérieure calcaire, en parfaite concordance de stratification. Entre la Fosse nouvelle et la Sinaise, le calcaire infràliasique forme une bande continue et régulière au nord de l'affleurement des grès ; mais, dans toute la région comprise entre Saint-Amand et Sancoins, des failles que nous étudierons plus loin, sont venues disloquer le calcaire infràliasique et lui donner une disposition géographique très irrégulière. Tantôt, en effet, il n'a que quelques centaines de mètres de largeur, tantôt au contraire il forme de vastes plateaux interrompus par des réapparitions des grès inférieurs comme cela a lieu plusieurs fois dans les vallées du Cher et de l'Aubois. Ce sont ces derniers que nous allons étudier en premier lieu.

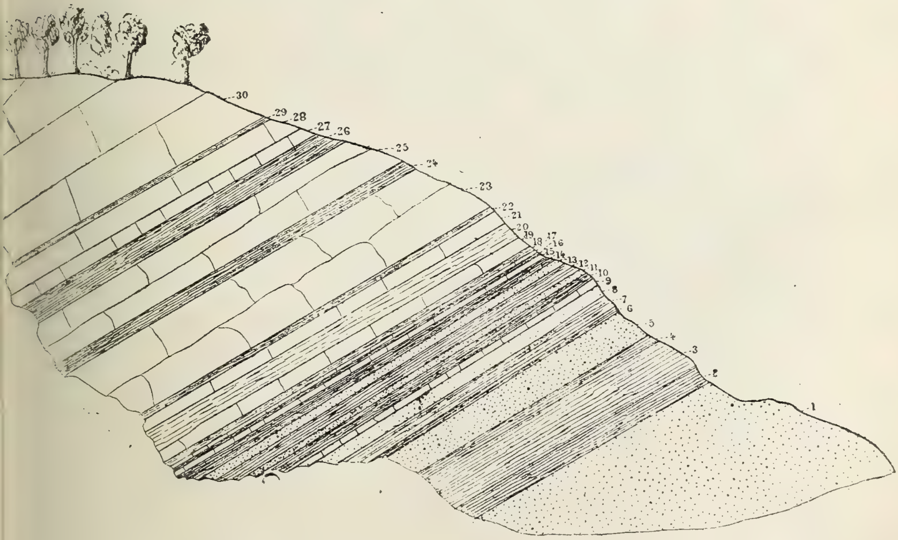
Les grès infràliasiques sont fort difficiles à distinguer des formations sur lesquelles ils reposent, si tant est qu'ils doivent en être séparés. En effet, dans la vallée de la Sinaise entre Châteaumeillant et Beddes, on voit intercalée entre les micaschistes et le calcaire infràliasique une masse de grès, puissante d'une centaine de mètres environ, séparée en deux parties par une couche d'argiles lie-de-vin, micacées, d'une épaisseur de 10 à 20 mètres.

Les fossiles manquent dans toute cette série, de sorte qu'il ne faut pas être, je crois, trop absolu en prenant cette couche argileuse comme limite inférieure des grès infràliasiques, ce qui est au-dessous devant appartenir alors au Trias.

Dans la vallée du Cher et plus à l'Est, l'extension des grès est très grande et il est difficile d'y relever de bonnes coupes; cependant, on y rencontre presque partout un horizon de calcaires dolomitiques et d'argiles lie-de-vin, bien visible au-dessus de Devrant ou au village de Brault, par exemple, et qui semble représenter le niveau du gypse de Lurcy-Lévy, lequel appartient incontestablement aux marnes irisées. Les 40 à 50 mètres de grès qui sont au-dessus seraient infràliasiques mais une étude spéciale de ces terrains, que j'espère d'ailleurs pouvoir accomplir bientôt, est nécessaire pour trancher définitivement la question des grès infràliasiques dans cette région.

Au point de vue minéralogique, ces grès de couleur ordinairement foncée, sont tantôt grossiers, tantôt fins, et plus ou moins argileux suivant les localités. A part quelques fragments de lignite, je n'y ai jamais rencontré de débris organiques. La manière dont se fait la succession des calcaires au grès est fort intéressante à étudier; la coupe ci-jointe, relevée dans la tranchée du chemin de fer près

Fig. 1.



30	Calcaire marneux compacte. .	
29	Marne avec écailles de poissons Ganoides et plantes (*Brachyphyllum*).	0,10
28	Calcaire compacte	2,00
27	Calcaire bleuâtre à *Natica*. . .	0,60
26	Lumachelle à *Ostrea irregularis*	0,80
25	Calcaire pavé.	2,50
24	Marnes avec *Ostrea irregularis*	0,80
23	Calcaire pavé.	4,00
22	Calcaire fissile à *Ostrea irregularis*.	0,10
21	Calcaire compacte	0,60
20	Marne jaune	1,00
19	Calcaire marneux, avec moules de bivalves	0,80
18	Marne bleue feuilletée.	0,20
17	Calcaire marneux jaune. . . .	0,30
16	Argile verte	0,05
15	Calcaire marneux	0,60
14	Gaise verte, avec écailles de poissons	0,20
13	Sables argileux.	0,30
12	Gaise verte	0,50
11	Calcaire sableux jaune	0,30
10	Gaise verte	0,60
9	Calcaire jaune, moules de bivalves.	0,20
8	Sable argileux, écailles de poissons	0,80
7	Argile grisâtre	1,00
6	Gaise verte, avec moules de bivalves, lignites	0,10
5	Sables argileux	1,80
4	Gaise verte	0,50
3	Argile verdâtre	2,00
2	Argile lie-de-vin	1,50
1	Grès lie-de-vin, lignites	

de la gare de Saint-Amand, montre bien en effet comment l'élément calcaire a fini par se substituer à l'élément siliceux dans les sédiments de la mer infràliasique après plusieurs alternatives de petits dépôts sableux, argileux et calcaires. Plusieurs d'entre eux contiennent des écailles de poissons ganoïdes et des débris de végétaux ainsi que des moules tout à fait indéterminables de bivalves. A partir de la Jarrée, au sud du Châtelet, on rencontre à ce niveau, des amas considérables de jaspes, dans lesquels je n'ai pas trouvé de fossiles, mais qui se relient sans interruption aux jaspes du Chaumois près de la Châtre dans lesquels MM. Maurice Sand et Terquem ont décrit toute une faune se rapportant à l'âge de l'*Avicula contorta*.

Le calcaire infràliasique présente à Saint-Amand, une épaisseur d'environ 40 mètres. Sa partie inférieure se compose, comme on le voit dans la coupe ci-dessus, de gros bancs de calcaire compact, connu dans le pays sous le nom de *calcaire pavé*, séparés par des petits bancs marneux dont plusieurs contiennent l'*Ostrea irregularis*; très souvent (Pillevoisin, Sancoins) ces bancs inférieurs sont pétris de *Pentacrinus basaltiformis*, mais le banc le plus fossilifère est situé environ à 12 mètres au-dessus du grès; il forme un horizon constant dans les carrières de Saint-Amand, où on le connaît sous le nom de *banc d'huîtres*. Il contient les fossiles suivants :

Cerithium porulosum, Terq.
Natica angulata, Terq.
N. obliqua, Terq.
N. carinata, Terq.

N. obtusa, Desh.
Ostrea irregularis, Munster.
Mytilus productus, Terq.

qui se retrouvent à Hettange dans la zone supérieure et en outre *Cypricardia porrecta*, Dum. de la zone inférieure.

Les Gastéropodes sont surtout abondants dans la partie supérieure du banc fossilifère.

A deux mètres environ au-dessus de ce dernier, se trouve une petite couche très constante dans les carrières de Saint-Amand, et qui est remarquable par les écailles et débris de poissons ganoïdes, ainsi que par les plantes (*Brachyphyllum*) qu'elle contient.

Les 30 mètres de calcaire qui composent le reste de l'Infràlias, sont formés de gros bancs successifs de calcaire marneux et dolomitique blanc-jaunâtre très pauvre en fossiles; ils sont exploités comme castine pour les hauts-fourneaux.

Tout à fait à la partie supérieure, les fossiles deviennent plus abondants. A Bonzais, où cette couche supérieure est exploitée, j'ai recueilli les fossiles suivants :

Pleurotomaria mozellana, Terq.
Cerithium porulosum, Terq.
Natica obtusa, Desh.
Ostrea irregularis, Munster.
Plicatula hettangiensis, Terq.
Mytilus glaber, Dunker.
Lima amœna, Terq.
Avicula, n. sp.

Telle est la constitution du calcaire infràliasique dans la vallée du Cher.

Vers l'Ouest, au Châtelet et à Beddes, l'épaisseur de cette assise est beaucoup moindre qu'à Saint-Amand; les fossiles y sont rares et mal conservés. L'*Ostrea irregularis* y est très rare et les horizons fossilifères des carrières de Saint-Amand ne s'y retrouvent pas. Mais vers l'est à Ainay-le-Château, Liénese, Sancoins, la constitution du calcaire infràliasique est plus voisine de celle qu'il présente à Saint-Amand.

Les auteurs que j'ai nommés plus haut, ont signalé dans le calcaire de Saint-Amand, la présence de nombreux *Aptychus*. Je n'y ai jamais rencontré de semblables fossiles.

La partie supérieure du calcaire infràliasique est, en de nombreux points, corrodée et perforée par des lithophages; les eaux de la mer semblent s'être retirées pendant un certain temps, aussi la différence est-elle nettement tranchée entre l'Infràlias et les sédiments qui viennent ensuite.

II

LIAS

Division. Cet étage présente dans son ensemble une puissance de 130 à 150 mètres environ. On peut y faire trois grandes coupes correspondant aux trois sous-étages admis par tous les géologues.

Lias inférieur.
Lias moyen.
Lias supérieur.

Par leurs caractères pétrographiques, paléontologiques et géographiques ils se distinguent nettement les uns des autres.

Le *Lias inférieur* est réduit à quelques mètres de calcaire marneux jaunâtre assez voisin comme aspect du calcaire infràliasique.

Le *Lias moyen* est tout entier composé de marnes, très chargées de pyrite; enfin le *Lias supérieur* est formé d'argiles. Les sédiments de la mer liasique ont donc été de moins en moins calcaires.

Les fossiles sont très abondants dans le Lias et pour la plupart bien conservés; chacun des sous-étages a sa faune spéciale.

La faune inférieure est la plus pauvre, elle renferme les premiers Céphalopodes et Brachiopodes qui ont apparu dans la région.

La faune moyenne est remarquable par le grand nombre d'Ammonites, le plus souvent pyritisées, qu'elle contient, et au moyen desquelles nous avons pu établir plusieurs subdivisions dans le Lias moyen.

La faune supérieure tout à fait distincte de la précédente, est également riche.

Au point de vue géographique, chacun des sous étages est différemment disposé.

Le Lias inférieur, venant au-dessus du calcaire infràliasique, a été disloqué par les mêmes failles, d'où sa disposition en plusieurs enroits fort irrégulière.

Le Lias moyen et le Lias supérieur forment au nord des terrains précédents une bande continue N.-E. — S.-O. qui, entre Saint-Amand et Sancoins, présente plusieurs sinuosités correspondant aux dentelures de l'Infràlias sur lesquelles ils se moulent.

Le Lias moyen occupe presque toujours le fond des vallées, ou forme des plateaux peu élevés, inclinés vers le nord.

Le Lias supérieur constitue au nord du précédent, une colline allongée, qui le circonscrit exactement et s'élève de 80 à 100 mètres au-dessus de la plaine du Lias moyen.

Lias inférieur. — Le Lias inférieur est représenté par un calcaire marneux jaunâtre, disposé en petits bancs et d'une puissance de 4 à 5 mètres. Ce dépôt ne représente que la partie supérieure de ce système; il y a donc eu entre lui et l'Infràlias, que nous avons vu d'ailleurs être perforé et corrodé, une lacune, correspondant à la partie moyenne et inférieure de ce sous-étage.

Les fossiles caractéristiques sont les suivants :

Belemnites acutus, Miller.
Ammonites Bucklandi, Sow.
A. Kridion, Hehl.
Gryphœa obliqua, Gold.
Lucina liasina, Ag.
Pentacrinites tuberculatus, Miller.

On y remarque en outre :

Ammonites planicosta, Sow.
Pecten æqualis, Qu.
Lima Hermanni, Zieten.
L. hettangiensis, Terq.
Pinna ampla, Gold.
Harpax spinosus, Sow.
Terebratula psilonoti, Qu.
Spiriferina Walcotii, Sow.

qui se retrouvent aussi dans le Lias moyen.

Les environs de Poizieux et la carrière du Petit Tertre sont les meilleures localités de ce sous-étage près Saint-Amand.

Lias moyen. — Le Lias moyen se compose de marnes et de calcaires très marneux dont la couleur varie du gris clair au bleu très foncé. Sa puissance est de 80 à 90 mètres environ. Tandis que les différentes couches de marnes qui le composent sont presque toutes identiques, les fossiles sont loin d'être les mêmes du haut en bas de la formation; ils sont groupés par faunes dont chacune occupe un niveau spécial. J'ai pu distinguer six zones bien différentes, qui sont les suivantes :

1. Zone de la *Gryphœa cymbium.*
2. Zone de l'*Ammonites raricostatus.*
3. Zone de l'*Ammonites ibex.*
4. Zone de l'*Ammonites Davoi.*
5. Zone de l'*Ammonites margaritatus*
6. Zone de l'*Ammonites spinatus.*

Chacune de ces zones présente une épaisseur de 10 à 15 mètres.

1. *Zone de la* Gryphœa cymbium. — La *Gryphœa cymbium* y est excessivement abondante; la tranchée du canal à Saint-Amand, le versant nord du Grand Tertre, la marnière située derrière l'église

d'Arcomps, dans la vallée de l'Arnon, le chemin de Graveux à Planche, et, dans la vallée de la Sinaise, le moulin de la Fouillouse, en sont des localités typiques où abondent les fossiles suivants :

Belemnites acutus, Miller.
Gryphœa cymbium, Lam.
Ostrea leviuscula, Munster.
Pecten æqualis, Qu.
Pecten textorius, Schlot.
Lima hettangiensis, Terq.
Pinna ampla, Gold.
Modiola numismalis, Opp.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Pholadomya glabra, Ag.
Terebratula subpunctata, Dav.
Waldheimia cor, Lam.
Rhynchonella rimosa, Buch.
Spiriferina Walcotii, Sow.
Sp. Hartmanni, Zieten.
Sp. pinguis, Zieten.

La roche est formée par des bancs plus ou moins épais de calcaire marneux de couleur bleue ou grise, séparés par des bancs de marnes.

2. *Zone de l'*Ammonites raricostatus. Je crois qu'il faut séparer de la zone précédente, une couche de marnes peu épaisse qui renferme un grand nombre de fossiles de la couche précédente, parmi lesquels :

Gryphœa cymbium.
Waldheimia cor.
Terebratula subpunctata.
Pecten textorius.
Spiriferina pinguis.

accompagnés de quelques fossiles nouveaux. On peut la voir dans presque toutes les localités que j'ai signalées pour la couche précédente, mais celle qui m'a fourni les plus beaux fossiles est la Chaume des Fromenteaux, commune de Saint-Georges. — Voici les principaux :

Belemnites elongatus, Miller.
Ammonites raricostatus, Zieten.
Am. oxynotus, Qu.
Am. planicosta, Sow.
Am. armatus, Y. et Bird.
Turbo euomphalus, Zieten.
Turbo cyclostoma, Benz.
Harpax spinosus, Sow.
Nucula inflexa, Qu.
Rhynchonella rimosa, Buch.
Terebratula numismalis, Lam.

3. *Zone de l'*Ammonites ibex. La localité bien connue des Cottards, ainsi que celle du moulin Jouannet dans la vallée de la Sinaise, et bien d'autres moins riches, il est vrai, en fossiles, permettent d'étudier cette couche. Sa puissance est de 15 à 20 mètres environ, elle se compose de marnes et de calcaires marneux au milieu desquels on remarque un ou deux bancs de calcaire à ciment; quelques fossiles sont cantonnés à différentes hauteurs, ainsi les *Ammonites Maugenesti* et *A. Valdani* sont spécialement localisées à la partie supérieure, tandis que l'*Ammonites Jamesoni* ne se trouve que dans les bancs inférieurs; néanmoins la majorité des autres fossiles existe de haut en bas. Je ne crois pas qu'il y ait lieu de distinguer ici,

comme cela a été fait ailleurs, les zones à *Ammonites ibex* et *Ammonites Jamesoni.*

Les principaux fossiles sont les suivants :

Belemnites clavatus, Schloth.
B. elongatus, Miller.
B. paxillosus, Schl.
B. niger, Lister.
Ammonites Valdani, d'Orb.
Am. Maugenesti, d'Orb.
Am. venarensis, d'Orb.
Am. Actæon, d'Orb.
Am. ibex, Qu.
Am. centaurus, d'Orb.
Am. Henleyi, Sow.
Am. Bechei, Sow.
Am. oxynotus, Qu.
Am. Pettos, Qu.
Am. Taylori, Sow.
Am. Jamesoni, Sow.
Am. Lascombi, Sow.
Nautilus intermedius, Sow.
Turbo heliciformis, Zieten.
T. cyclostoma, Benz.
Turritella Zieteni, Qu.
T. undulata, d'Orb.
Pecten textorius, Schloth.
P. æqualis, Qu.
Harpax spinosus, Sow.
Arca elongata, Qu.
A. Munsteri, Gold.
Nucula Palmæ, Qu.
Opis carusensis, d'Orb.
Terebratula numismalis, Lam.
Rhynchonella rimosa, v. Buch.
R. furcillata, v. Buch.

Entre Saint-Amand et Sancoins, ce niveau est représenté par des couches un peu différentes. Dans la localité bien connue du Bois de Trousse en effet, où on peut l'étudier dans les cavaliers du canal, on voit qu'au-dessus de la zone à *Ammonites raricostatus*, se développe un système de marnes fissiles, de l'épaisseur desquelles on peut difficilement juger, et qui contient en grande quantité une bélemnite très rare à l'ouest de Saint-Amand : la *Belemnites longissimus*, et à sa partie supérieure toute une faune abondante parmi laquelle quelques fossiles spéciaux.

Belemnites paxillosus, Schloth.
B. longissimus, Miller.
Nautilus intermedius. Sow.
Ammonites planicosta, Sow.
Am. armatus, Y. et B.
Am. lynx, d'Orb.
Am. calypso, d'Orb.
Am. Valdani, d'Orb.
Turbo cyclostoma, Benz.
T. heliciformis, Zieten.
Turritella Zieteni, Qu.
Limœa acuticosta, Gold.
Arca elongata, Qu.
A. Munsteri, Gold.
Nucula complanata, Oppel.
Terebratula numismalis, Lam.
Rhynchonella rimosa, v. Buch.
R. furcillata, v. Buch.

4. *Zone de l'*Ammonites Davoi. — La superposition de cette couche à la précédente apparaît nettement dans la vallée de la Sinaise à Charpagne, et dans celle du Portefeuille à Saint-Pierre-les-Bois. On peut encore l'étudier dans les fossés du chemin entre les Cottards et Bonzais, et dans la vallée du Sagonin, au nord de Sancoins; la roche est formée de marnes et de calcaires marneux, comme celle des zones

précédentes, mais la faune en est très caractéristique. Les principaux fossiles sont les suivants :

Belemnites clavatus, Schloth.
B. elongatus, Miller.
Ammonites Davoi, Sow.
Am. capricornus, Schloth.
Am. Lascombi, Sow.
Am. Bechei, Sow.
Pleurotomaria anglica, Gold.
Avicula inæquivalvis, Philips.
Terebratula numismalis, Lam.

5. *Zone de* l'Ammonites margaritatus. — Au-dessus viennent les marnes à *Ammonites margaritatus*, dont les bonnes localités fossilifères sont les suivantes : le versant nord de Mondrond, la Ruige près de Vernais, la Guillonnère (vallée du Portefeuille), et les Vignes (vallée de la Sinaise). On y ramasse :

Belemnites elongatus, Miller.
Ammonites margaritatus, Münster.
Am. Lascombi, Sow.
Am. fimbriatus, Sow.
Am. globosus, Zieten.
Pleurotomaria Amalthei, Qu.
Harpax spinosus, Sow.

6. *Zone de l'*Ammonites spinatus. — A Champdeuil (vallée de la Marmande), à la grande Preugne (vallée de l'Arnon) et à Fumée (vallée de la Sinaise), on remarque dans cette assise deux couches distinctes, minéralogiquement ; à la base, des schistes bleus avec abondantes *Ammonites spinatus*, et au-dessus un banc calcaire pétri de *Pecten æquivalvis*. La même faune, d'ailleurs, se retrouve dans les deux assises. Elle comprend :

Belemnites paxillosus, Schloth.
B. niger, Lister.
Ammonites spinatus, Brug.
Gryphæa cymbium, Lam.
Ostrea læviuscula, Münster.
Harpax pectinosus, Lam.
Lima Hermanni, Voltz.
Limæa acuticosta, Münster.
Pecten æquivalvis, Sow.
Mytilus scalprum, Sow.
Arca Munsteri, Gold.
Terebratula quadrifida, Lam.
Ter. cornuta, Sow.
Ter. Heyseana, Dunker.
Rhynchonella tetraedra, Dav.
Spiriferina rostrata, Schloth.

Dans le département de l'Indre, cette couche acquiert une grande puissance tandis que les zones précédentes du Lias moyen diminuent d'épaisseur ; elle devient un calcaire propre à bâtir, et le test des fossiles y est presque toujours siliceux. Dans cette même région, deux fossiles, le *Spiriferina rostrata* et la *Gryphæa cymbium* deviennent prédominants, tandis qu'aux environs de Saint-Amand ils sont très rares.

Lias supérieur. — Tandis que le Lias moyen occupe presque toujours le fond des vallées et qu'il présente rarement de bonnes coupes, le Lias supérieur, au contraire, se présentant dans presque toute son étendue en buttes isolées peut être étudié, sur de nombreux points.

J'ai donné la coupe de sa partie inférieure dans une précédente communication (1), à propos du calcaire à poissons que j'y ai découvert; je la rappellerai rapidement, en la joignant à celle de la partie supérieure que l'on peut étudier également à la montée du Racot, ou mieux non loin de là, dans la rue de la Cave, au-dessus de Champdeuil, dans la vallée de la Marmande.

Cette coupe est la suivante :

Argiles ocreuses sans fossiles	10,00
Argiles à nodules calcaires	30,00
Schistes à Posidonies	15,00
Calcaires à poissons	0,10
Schistes à Posidonies	0,10
Marnes à *Ammon. Holandrei*	5,00
Lias moyen.	

Les argiles qui viennent au-dessus des Schistes à *Posidonies*, sont remarquables par les nodules calcaires souvent très gros qu'elles contiennent; elles présentent une faune abondante et variée absolument spéciale qui est la suivante :

Belemnites acuarius, Schloth.
B. tripartitus, Schloth.
Ammonites bifrons, Brug.
Am. Raquinianus, d'Orb.
Am. complanatus, Rein.
Am. radians, Rein.
Am. communis, Sow.
Am. Holandrei, d'Orb.
Am. mucronatus, d'Orb.
Am. cornucopiœ, Y. et B.
Turbo capitaneus, Münster.
Trochus subangulatus, Münster.
Cerithium armatum, Gold.
Pleurotomaria, philocles, d'Orb.
Lima toarcensis, d'Orb.
Leda rostralis, d'Orb.
Nucula Hammeri, Def.
Cucullœa inœquivalvis, Gold.
Pecten pumilus, Lam.
Trigonia pulchella, Ag.
Inoceramus dubius, Sow.
Astarte Voltzii, Stein.
Trochocyathus mactra, Edw. et H.
Pentacrinus jurensis, Qu.

Au-dessus vient une couche d'argiles schisteuses et remplies de plaquettes d'ocre. Je n'y ai jamais trouvé de fossiles.

Les argiles à silex viennent presque partout ensuite et masquent les formations postérieures, mais au bas de la côte de Noirlac, entre Saint-Amand et Bruère, on voit au-dessus des argiles ocreuses, et à l base du système oolithique, une couche calcaire épaisse de quelques mètres et qui, minéralogiquement, se lie intimement aux couches suivantes; mais elle contient plusieurs des fossiles de la zone à *Ammonites opalinus*, et il faut, en conséquence, la rattacher au Lias supérieur. Ces fossiles sont :

Belemnites irregularis, Schloth.
Ammonites toarcensis, d'Orb.

---

(1) Séance du 3 mai 1880. Compte rendu sommaire Soc. Géol. de France.

Gryphæa sublobata, Desh.
Rhynchonella cynocephala, Rich.
Trigonia similis, Ag.

III

PLISSEMENTS ET FAILLES

L'Infràlias et le Lias forment entre Sancoins et la vallée de la Sinaise de chaque côté de Saint-Amand une large bande s'étendant du N.-E. au S.-O.

A l'ouest de Saint-Amand, comme on peut le voir dans les vallées de la Sinaise, du Portefeuille et de l'Arnon, les différentes zones se recouvrent régulièrement les unes les autres, en plongeant vers le N.-O.

Aux environs mêmes de Saint-Amand, elles ne présentent plus leurs allures normales ; le calcaire infràliasique affleure sur une plus grande étendue qu'il ne devrait le faire, il forme une sorte de promontoire dirigé vers le Nord, interrompu en plusieurs points par des réapparitions des grès inférieurs. Le Lias moyen et le Lias supérieur ont été refoulés par lui, et pour le contourner, pour passer en un mot de la vallée de la Marmande dans la vallée de la Loubière, les couches qui constituent ces sous-étages ont été forcés de se couder brusquement dans une direction perpendiculaire à leur première; et leur largeur est très réduite dans ces points.

Entre Saint-Amand et Sancoins, les allures du Lias, bien que moins tourmentées ne sont pas non plus normales, elles présentent plusieurs coutournements peu considérables.

L'Infràlias a des alternatives de largeur et d'étroitesse très remarquables, et près de Sancoins il est traversé par une faille qui le fait réapparaître au nord du Lias.

Dans la présente note, je me bornerai à décrire les failles des environs de Saint-Amand, me proposant de parler dans une prochaine communication de celles des environs de Sancoins, dont l'étude ne peut se séparer de celle du groupe de failles qui remonte au Nord jusqu'à Sancerre, et se relie à la faille dite de *Sancerre*.

Le calcaire infràliasique, grâce à sa nature pétrographique, est la seule couche dont l'étude nous donne des renseignements précis sur la disposition et la direction des ploiements et des failles.

En effet, d'une part, les grès infràliasiques, mal stratifiés et dont les bancs sont difficiles à distinguer les uns des autres, et de l'autre les marnes du Lias, n'ont pas conservé, grâce à leur grande friabilité, l'aspect orographique que les failles leur ont donné; le calcaire infràliasique seul est resté comme le témoin de ces accidents.

D'ailleurs il a présenté une résistance moindre aux forces qui ont agi sur les terrains de la région; aussi présente-t-il un grand nombre de brisures.

Nous allons étudier successivement les deux massifs de calcaire infràliasique qui s'étendent de chaque côté du Cher.

Si nous prenons d'abord le massif situé sur la rive gauche du Cher, nous voyons sur la carte qu'il a une forme sensiblement triangulaire. Ce triangle, très allongé, a pour côtés : au sud, la limite nord du calcaire lacustre; à l'ouest, la Loubière, et à l'est, le Cher; à son angle nord qui est le plus aigu se trouve le village d'Orval. Une bande mince de Lias inférieur le sépare du calcaire lacustre; du côté de la Loubière il est limité par la base du Lias moyen, et de celui du Cher par les grès infràliasiques.

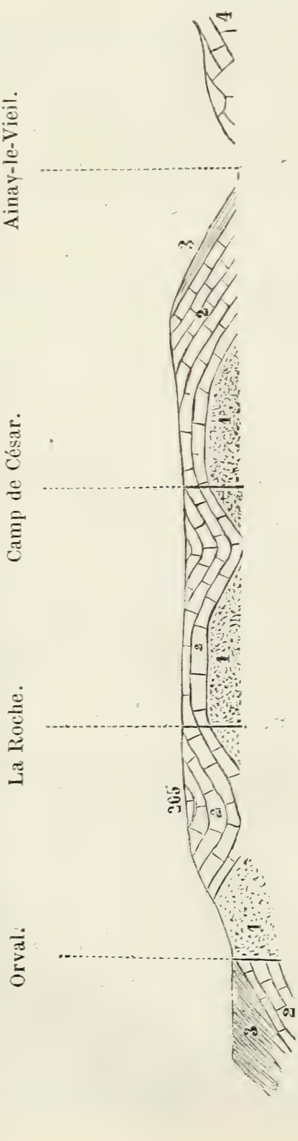
L'étude de quelques coupes intéressant ce grand plateau nous permettra de nous rendre compte de sa constitution.

Coupe suivant la voie ferrée entre Saint-Amand et Ainay (fig. 2).

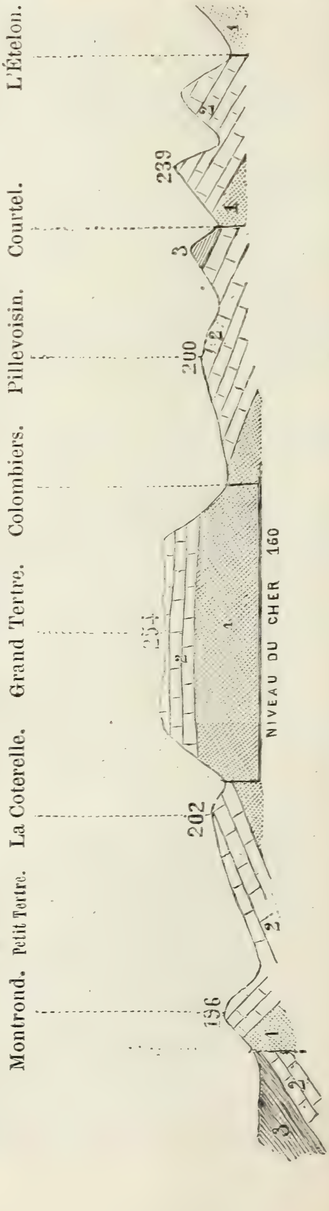
Si l'on quitte la gare d'Ainay-lè-Vieil, d'où l'on voit à quelques centaines de mètres s'élever les premières collines de calcaire lacustre, pour se diriger vers Saint-Amand en suivant ou la voie ferrée ou, dans quelques endroits, le petit chemin qui lui est contigu, on peut constater avec la plus grande facilité, les faits suivants.

Au premier passage à niveau, se trouve le Lias inférieur plongeant vers la gare d'Ainay c'est-à-dire sous le calcaire lacustre, puis bientôt après, plongeant dans la même direction, le calcaire infràliasique dont les couches affleurent successivement, et ensuite les grès; ceux-ci n'atteignent pas le sommet de la côte car les couches deviennent assez subitement horizontales et leur ligne de contact avec le calcaire se maintient pendant toute la longueur du Camp de César à une dizaine de mètres au-dessus de la voie ferrée. A l'extrémité de cette colline, près de l'ancienne sablière, les couches plongent brusquement dans la direction de Saint-Amand, les grès disparaissent au-dessus du niveau du sol pour reparaître bientôt après, et le calcaire forme pendant ce temps un fond de bateau dont le point le plus déclive est marqué par la fontaine des Magriaux; puis les strates redeviennent horizontales et restent ainsi jusqu'à la Roche; entre ce dernier point et le village d'Orval se produit un plissement analogue au précédent en vertu duquel les grès disparaissent momentanément sous le calcaire pour venir une dernière fois au jour à Orval en faille avec le Lias inférieur.

Si l'on suit la route n° 221 *bis* entre Orval et l'Etang, on voit au-dessus des grès du bas de la côte des Vignes le calcaire infràliasique exploité dans une grande carrière : les différents bancs qui le cons-


Orval.
La Roche.
Camp de César.
Ainay-le-Vieil.
3
2
1
205
2
1
2
1
2
3
1
4

N. O. Fig. 2. — *Coupe de la voie ferrée entre Saint-Amand et Ainay-le-Vieil.* S. E.


Montrond.
Petit Tertre.
La Coterelle.
Grand Tertre.
Colombiers.
Pillevoisin.
Courtel.
L'Ételon.
3
2
1
196
2
202
254
2
1
NIVEAU DU CHER 160
200
1
2
3
1
239
2
1

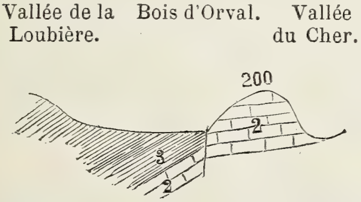
N. O. Fig. 4. — *Coupe idéale des collines situées sur la rive droite du Cher.* S. E.

1. Grès infràliasique.
2. Calcaire infràliasique.
3. Lias.
4. Calcaire lacustre.

tituent, affleurent successivement ensuite dans les fossés de la route et présentent toujours un léger plongement vers le sud ; à l'extrémité du grand plateau formé par ces couches, et qui ne présente aucune trace des plissements que nous avons observés dans la tranchée du chemin de fer, se trouve une faille : elle traverse la route au bas de la côte de l'Etang, et met en contact la partie supérieure des calcaires infràliasiques avec la base du Lias moyen (zone à *Gryphœa cymbium*).

Cette faille dont l'orientation est sensiblement N. 60° O. ne se suit pas très bien à gauche de la route, mais vers Bonzais elle se continue bien nettement ; seulement, elle change bientôt de direction, devient N.-S., et se prolonge parallèlement et contre la Loubière jusqu'aux Etangs d'Orval ; on peut même dire que cette petite rivière coule sur elle, car sur sa rive droite se trouve le calcaire infràliasique, tandis qu'à gauche sont les marnes à *Ostrea cymbium*.

Fig. 3. — *Coupe perpendiculaire de la vallée de la Loubière.*



2. Calcaire infràliasique. — 3. Lias.

La faille du bas de la côte des Vignes que nous avons définie à l'extrémité de la tranchée du chemin de fer, vient mourir aussi vers ces étangs en faisant un angle droit avec la première.

J'ai dit que le Lias inférieur venait buter contre les grès en suivant la ligne du chemin de fer. Cette assertion repose sur l'existence de cette couche facile à constater, dans la tranchée de la prise d'eau derrière la gare de Saint-Amand, mais sur la gauche, s'élève la petite butte où est batie l'église d'Orval et qui est en calcaire infràliasique. Je crois que pour expliquer son apparition en ce point, il est nécessaire d'admettre l'existence d'une faille N.-S. de très petite longueur, située entre la colline et la gare de Saint-Amand et qui a eu pour action de relever l'Infràlias au-dessus du Lias inférieur.

L'ensemble des couches du grand plateau que nous venons d'étudier plonge vers l'Ouest.

Tels sont dans toute leur simplicité, les faits importants que l'on peut observer dans l'étude du massif situé entre le Cher et la Loubière ;

nous chercherons les faits généraux qui s'en dégagent après avoir étudié l'autre rive du Cher.

Trois collines, qui sont en allant du nord au sud, Montrond, le Petit-Tertre et le Grand-Tertre, les deux premières s'élevant à la cote 200 environ, et la troisième dépassant en quelques points la cote 250, séparent le Cher de la Marmande. Perpendiculairement à ce système, se trouve vers le Sud, une seconde chaîne de collines étendue entre Charenton et l'Etelon.

Coupe des collines situées à droite du Cher (fig. 4).

Si l'on suppose complètement en ligne droite, les premières collines que nous avons signalées et que l'on fasse passer une coupe par leurs points les plus élevés, on constatera sur elles, les faits suivants, dont on peut se rendre compte en suivant la route nationale de Montluçon à Saint-Amand.

Au bas de la colline sur laquelle est situé le village de l'Etelon et qui est tout entière formée par les grès infràliasiques, apparaît tout d'un coup le calcaire de même nom en faille avec ceux-ci et plongeant vers le sud. Ce dernier continue à se relever, ce qui ramène nécessairement au jour les grès, que l'on voit en effet affleurer dans le lit du Cher à partir de Meslon et dans les fossés de la route au coin du chemin du domaine de Courtel. Là se trouve une faille qui les met en contact avec le Lias inférieur, sous lequel le calcaire infràliasique apparaît bientôt plongeant comme précédemment vers le sud ; puis, les grès reviennent de nouveau au jour au bas de la côte de Pillevoisin.

Entre ce point et le Grand-Tertre, se trouve une grande dépression occupée par les grès, et où est le village de Colombiers ; puis vient cette colline sur le sommet de laquelle le calcaire reparaît mais à une cote beaucoup plus élevée que celle qu'il avait à Pillevoisin. Entre ces deux points, il y a nécessairement une faille qu'il est impossible de voir dans la vallée à cause de l'analogie des différents bancs de grès.

Si l'on suit le flanc ouest du Grand-Tertre, on voit que le calcaire forme au-dessus des grès une couche continue mais peu épaisse, horizontale dans sa partie moyenne mais qui plonge assez rapidement à son extrémité vers Saint-Amand.

Entre lui et le Petit-Tertre qui vient ensuite, il y a encore une faille qui met en contact le grès et le calcaire ; on voit ensuite nettement ce dernier plonger vers l'autre extrémité de la colline, passer sous le canal, puis se relever à Montrond après avoir formé un fond de bateau.

Il laisse même apparaître sous lui, les grès bien visibles sur le flanc ouest de Montrond, se montrant pour la dernière fois, en faille avec le Lias inférieur et un lambeau du Lias moyen (Zone à *Am. margaritatus)*.

Mais revenons maintenant en arrière et cherchons ce que deviennent, au delà du plan de notre coupe, les différentes failles que nous avons signalées chemin faisant.

La première, celle de l'Etelon, se prolonge assez loin vers l'est. Sa direction est d'abord N. 40° E., mais bientôt elle devient N. 15° E. ; c'est ainsi qu'on la retrouve à l'extrémité des carrières de la Bedoire et dans le chemin de fer de Tourzel à Coust. Elle se termine près de Fontemeurant, mais cette petite localité est assez difficile pour demander une description spéciale.

En suivant la petite route de Fontemeurant à Soliers, l'on voit une faille bien nette qui met en contact les grès et le Lias inférieur qui plonge vers eux ; l'Infràlias affleure un peu plus loin, puis forme un dos d'âne et prend son plongement normal vers le nord.

Non loin de là, aux environs du domaine de Taillé, il y a au nord de ce domaine une faille qui a élevé l'Infràlias au-dessus du Lias inférieur; pour moi cette dernière est la prolongation de celle de la Bedoir ; et celle de Fontemeurant située au S.-E. de celle-ci, lui est parallèle.

Faille du Grand Tertre.

Si on fait passer une coupe à travers le Grand Tertre au niveau du premier signal du côté de Saint-Amand, on voit qu'il existe sur le flanc nord de cette colline, une faille qui met en contact les grès infràliasiques avec le Lias inférieur ; le calcaire infràliasique forme une mince calotte au sommet et plonge vers le Cher. La dénivellation des couches est nettement définie en ce point, mais si on la cherche au delà ou en deçà, elle ne se présente plus avec les mêmes caractères et peut être méconnue.

En allant vers Colombiers, et suivant le sommet de la colline, on trouve bientôt, à gauche du chemin, une assez grande carrière dans laquelle on voit une faille au milieu des couches de l'Infràlias; la portion nord plonge presque verticalement par un phénomène de bascule des couches, postérieur à la faille et qui est venu la masquer.

A la fontaine de Colombiers, le Lias moyen (zone à *Amm. ibex*) vient buter contre les grès : plus loin enfin à Colombiers, et en dernier lieu à la Grange-Cornue, on retrouve toujours dans la même direction (N. 60° O.) cette faille.

En allant vers le Petit Tertre dans la tranchée de la route nationale, on voit très nettement le Lias inférieur contre les grès, mais plus loin que devient-elle? A la carrière de la Ficelle (1) par exemple, on voit certes les couches plonger très rapidement, mais elles se succèdent régulièrement, et plus loin leur inclinaison devenant de moins en moins prononcée, elles se relient à celles de Montrond.

Peut-on supposer que cette fracture se continue à travers Saint-Amand pour se relier à celle de Montrond? Les observations que j'ai pu recueillir sur le sous-sol de Saint-Amand ne sont pas encore suffisantes pour que je puisse être affirmatif, mais j'incline vers cette dernière supposition.

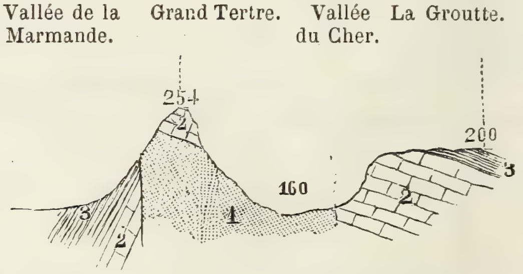
Les deux petites régions parallèles au Cher, que nous venons d'étudier successivement, sont certes trop près l'une de l'autre pour avoir été disloquées par des actions différentes; on peut donc affirmer *a priori*, que ce sont les mêmes forces qui les ont disloquées dans le même temps.

Mais comment se fait-il alors que les résultats aient été si différents? D'un côté, en effet, est un plateau à peine ondulé sur l'un de ses bords, de l'autre une série de collines d'une altitude sensiblement constante (200 mètres), où le calcaire infràliasique déchiqueté est élevé par endroit à une grande hauteur (254 mètres).

Mais en comparant les coupes de chacune des rives du Cher, j'espère démontrer qu'il est possible de les relier l'une à l'autre et de refaire l'histoire de leur dislocation.

Il faut de toute nécessité admettre à la place où coule aujourd'hui le Cher, l'existence d'une faille, bien évidente sur une coupe perpendiculaire à la direction de cette rivière et passant par le Grand-Tertre et la Groutte.

N. E. Fig. 5. — *Coupe transversale de la vallée du Cher.* S. O.



1. Grès infràliasique. — 2. Calcaire infràliasique. — 3 Lias.

C'est à elle qu'est due la grande différence de niveau entre ces deux points 200-250.

---

(1) Carrière située au sommet du petit Tertre.

Les failles perpendiculaires au Cher que nous avons vues sur chacune des rives, peuvent se raccorder ensemble, ainsi qu'il suit :

1° La faille de Courtel correspond à une faille qui devait être visible à Ainay avant le dépôt du calcaire lacustre. Le Lias inférieur et l'Infràlias présentent dans ces deux localités la même inclinaison et se rapportent parfaitement;

2° A la faille de Colombiers correspond le plongement brusque des couches à l'extrémité nord du Camp de César ;

3° Celle qui sépare les deux Tertres, correspond au changement de direction des couches à la Roche ;

4° Enfin le fond de bateau de la Garenne et celui qui existe entre Montrond et le Petit-Tertre se correspondent de tous points, ainsi que la faille de Montrond et celle d'Orval.

Pour expliquer la différence qui, en quelques points, existe dans l'allure des couches des deux massifs situés sur chacune des rives du Cher, je crois qu'il faut admettre que les failles du Grand-Tertre et du Cher sont postérieures à celles dont la direction est perpendiculaire à la vallée.

Dans cette hypothèse, on comprend que, quand les secondes cassures se sont produites et ont élevé le Grand-Tertre à la cote 250, les brisures correspondant aux changements de direction des couches et qui existaient à Colombiers et à la Coterelle (correspondant à celles que l'on voit sur l'autre rive dans la tranchée du chemin de fer au Camp de César et à la Roche), se soient réouvertes et que l'une des lèvres de la faille ait été élevée par rapport à l'autre.

En résumé on observe de chaque côté de la vallée du Cher des failles multiples. Elles peuvent se classer suivant leurs directions en deux systèmes principaux.

Celles du premier système sont les plus anciennes, leur direction est sensiblement N. E.-S. O. Entre l'Etelon et Orval on en compte cinq principales, savoir :

Celle de Fontemeurant à l'Etelon, N. 15° E.
Celle de Courtel à Ainay N. 40° E. (?)
Celle de Pillevoisin au Camp de César N. 30° E.
Celle de La Coterelle à la Roche N. 20° E. (?)

La faille de Montrond à Orval, bien que sa direction soit E.-O., doit se rapporter aussi à ce système.

Par un mouvement horizontal, ces diverses failles ont refoulé le Lias à 6 kilomètres vers le nord, en donnant à l'Infràlias une extension beaucoup plus grande que celle qu'il y devrait avoir : la première se suit sur une longueur d'environ 4 kilomètres ; les quatre autres ont 1 à 2 kilomètres de longueur seulement. Les dénivellations verticales qu'elles ont produites varient depuis quelques mètres jusqu'à l'épaisseur totale du calcaire infràliasique (40 mètres).

Les failles du second système sont plus récentes que celles dont nous venons de parler; elles sont aussi moins nombreuses; il faut y comprendre :

La faille du Grand-Tertre } dirigées N. 60° O.
La faille du Cher }

Celle de la Loubière, malgré sa direction N. 60° O. puis N.-S..

Elles correspondent respectivement aux vallées de la *Marmande*, du *Cher* et de la *Loubière*.

Les dénivellations verticales qu'elles ont produites égalent ou dépassent l'épaisseur du calcaire infràliasique. Elles ont modifié sur certains points de la rive droite du Cher, le résultat orographique des premières, et c'est ainsi qu'elles sont la cause de l'élévation du Grand-Tertre à la cote 250, tandis que les plateaux environnants ne dépassent pas la cote 200.

Saint-Amand est le dernier point vers l'Ouest où les couches du Lias aient été bouleversées par des failles. Les environs de Sancoins, la Nièvre et le Morvan présentent un grand nombre de failles ; vers l'Ouest, au contraire, dans le département de l'Indre, aucun accident n'est venu déranger la disposition régulière des couches.

M. Ameghino fait la communication suivante :

Le **Quaternaire** *de* **Chelles,**

Par M. **Ameghino.**

Tout près du village de Chelles, dans le département de Seine-et-Marne, sur la rive droite de la Marne, il y a un dépôt de transport quaternaire, exploité depuis longtemps par la compagnie du chemin de fer de l'Est, pour en extraire le ballast nécessaire à la conservation de la voie. Il existe en outre, autour de la ballastière, plusieurs sablières exploitées pour les besoins de la localité.

Ce gisement est l'un des plus intéressants, tant au point de vue géologique et paléontologique, qu'au point de vue préhistorique.

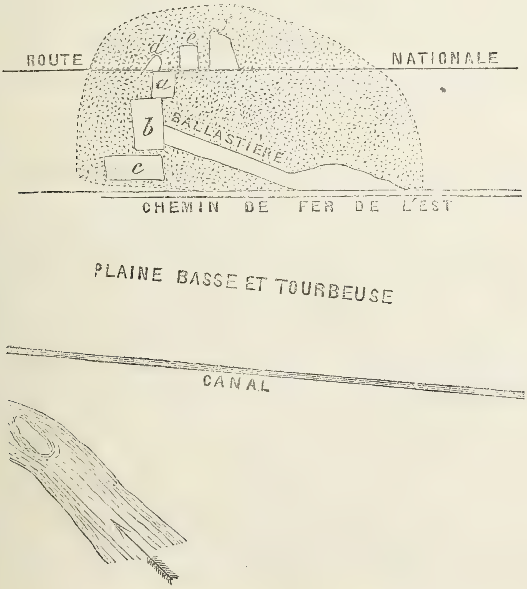
On y a trouvé, il y a quelques années, une énorme défense d'éléphant, que l'on conserve maintenant à l'École des Mines. Elle était accompagnée d'une molaire de l'*Elephas antiquus*, et de quelques haches en pierre de la forme dite de Saint-Acheul.

Plus tard, grace aux soins de M. Leroy, ingénieur du chemin de fer de l'Est, et de M. Chouquet, on y a successivement recueilli de nouveaux exemplaires de ces instruments accompagnés de débris très caractéristiques de l'*Elephas antiquus* et du *Rhinoceros Merckii*, espèces qui ne sont pas habituelles dans le quaternaire, ou du moins ne s'y retrouvent pas aussi souvent que l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhinus*.

J'ai visité ce gisement pour la première fois, pendant le mois de juin de l'année dernière, accompagné de M. le professeur de Mortillet.

Depuis cette époque, j'y ai pratiqué des recherches presque continuelles, et j'ai pu me convaincre qu'il s'agit là, non pas d'un dépôt appartenant à une même époque, mais d'une succession de couches appartenant à des époques distinctes, parfaitement caractérisées par la stratigraphie, par la faune, et par l'industrie.

Fig. 1.



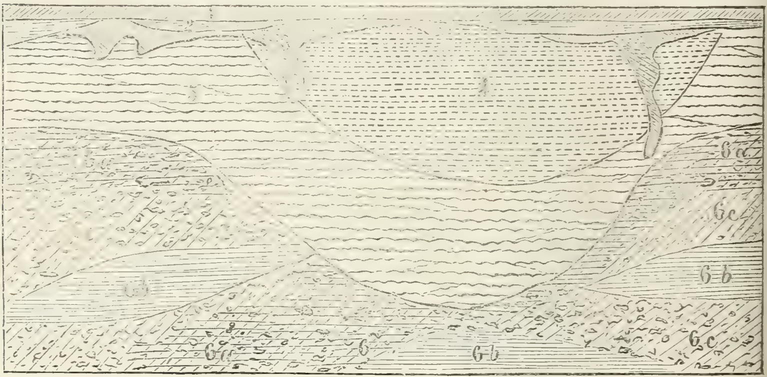
Le terrain de transport qui constitue ce gisement, indiqué sur le plan des sablières par le pointillé, forme une espèce de banc de près d'un kilomètre carré, s'élevant de quelques mètres sur la surface de la plaine environnante, c'est-à-dire à 1 kilomètre à peu près de distance du fleuve. La hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 45 à 47 mètres.

L'épaisseur de ce dépôt de transport doit être d'environ 15 mètres, mais il est exploité seulement jusqu'à une profondeur variable entre

5 et 10 mètres, à cause des eaux d'infiltration et aussi parce que sa partie inférieure est principalement constituée par des couches de marnes inutiles ou des bancs de sable et de cailloux très fortement agglomérés par des infiltrations d'eaux calcaires. En se dirigeant du côté de la Marne, un peu avant d'arriver à la ligne du chemin de fer, on voit ce mamelon s'abaisser presque subitement de plusieurs mètres, et une plaine basse et uniforme s'étend de ce point jusqu'aux rives du fleuve. Cette plaine, souvent inondée par les crues de la Marne, est couverte d'étangs, de fossés, et de dépôts tourbeux. Le terrain de transport, en s'abaissant, disparaît presque entièrement vers la voie du chemin de fer, mais il est très probable, que, par endroits, il doit passer au-dessous de la tourbe, car il reparaît sur les bords de la Marne. Le lit actuel de la Marne a été creusé dans l'épaisseur de ce dépôt, et certainement il passe en dessous du fleuve, mais les deux ou trois mètres superficiels, les seuls ici accessibles à l'observation, ne présentent plus le même aspect que le gisement de Chelles, sur la limite nord de la vallée.

La coupe suivante montre la succession complète des couches qui constituent ce gisement : ce sont du haut en bas :

Fig. 2. — *Coupe prise vers le milieu de la ballastière, en novembre* 1880.



1. Terre végétale.
2. Limon ou lœss blanc à coquilles d'eau douce.
3. Couches colorées et décomposées improprement appelées *diluvium rouge.*
4. Couches sableuses supérieures ou moustériennes.
5. Couches caillouteuses moyennes.
6. Couches inférieures agglomérées ou chelléennes. — 6*a* Partie agglomérée. — 6*b* Couches de marne verdâtre. — 6*c* Partie non agglomérée.

COUCHE INFÉRIEURE AGGLOMÉRÉE OU CHELLÉENNE. — Cette couche est certainement celle qui présente le plus d'intérêt. La partie accessible à l'observation présente une épaisseur variable de 1 à 6 mètres. J'avais annoncé qu'elle repose sur des couches de marnes vertes de l'époque tertiaire, mais un nouvel examen et de nouvelles fouilles m'ont démontré que ces couches de marnes font partie du dépôt, puisque très souvent elles contiennent des dents de rhinocéros et de cheval, des instruments taillés, et qu'enfin quelquefois on trouve au-dessous même de ces marnes de nouvelles couches de sable et de gravier à ossements. Il est très probable que la base du dépôt doit être supportée par le sable de Beauchamp.

La partie supérieure est constituée par du sable et des cailloux en général de petite dimension, agglomérés ou cimentés par des infiltrations calcaires. Elle contient souvent des bancs tellement durs qu'on est obligé de les faire sauter à la dynamite et qu'on en fait ensuite des moellons. Les parties sableuses ainsi agglomérées présentent une dureté comparable à celle des grès tertiaires. Au-dessous de cette partie agglomérée viennent de nouvelles couches de sables et de gravier aggloméré ou non, et des lits de marne verte. Ces derniers sont plus nombreux et plus puissants à mesure que l'on approche de la base du dépôt.

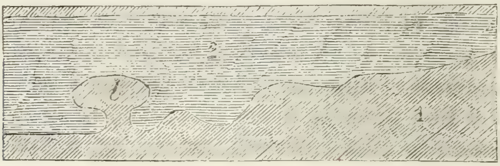
Un fait d'une très grande importance, c'est l'absence de blocs erratiques dans cette partie du dépôt : je n'en ai vu aucun, tandis qu'ils sont très nombreux dans les couches supérieures. S'il y en a en bas, ils doivent être très rares et de petite dimension.

La partie supérieure du diluvium aggloméré présente une surface inégale, excessivement ondulée : c'est le résultat d'une grande dénudation qui a eu lieu avant le dépôt de la couche caillouteuse qui la surmonte, comme le démontre très bien la fig. 2. On voit par cette coupe, que le plus grand développement de la couche caillouteuse moyenne correspond à un ancien ravinement du diluvium aggloméré. Ce sont sans doute ces anciens ravinements, qui par places ont complètement emporté la couche agglomérée; aussi n'en voit-on pas de traces dans les trois sablières *d*, *e*, *f*, qui se trouvent de l'autre côté de la grande route, bien que les travaux d'exploitation descendent parfois jusqu'à 8 mètres. A l'extrémité ouest de la ballastière où se trouve la plus grande profondeur, on la rencontre à 2 mètres seulement du sol. Dans la sablière *a*, on la trouve à 5 mètres au-dessous de la surface, mais dans la sablière *c* et à l'extrémité Est de la ballastière, elle fait défaut.

Primitivement, avant le passage des courants d'eau qui l'ont ravinée et emportée, la partie supérieure du diluvium aggloméré devait présenter une surface unie, et une épaisseur uniforme, égale au moins à l'épaisseur actuelle de toute la série des couches quaternaires qui constituent ce gisement.

Il me semble que le diluvium aggloméré n'a pas été déposé par des courants très impétueux, et voici sur quoi je base mon opinion à cet égard : les cailloux roulés sont de dimensions médiocres ; la plupart des débris d'animaux qu'on y trouve, n'ont pas été roulés par l'eau, enfin presque tous les instruments de silex taillé présentent leur tranchant intact, et n'ont pas été roulés par l'eau, mais l'homme les a, au contraire, certainement abandonnés dans les endroits où nous les trouvons ; enfin, parmi eux, il y a de petits *nuclei*, ce qui prouve qu'ils ont été taillés sur place et que l'homme et les animaux dont il était contemporain, ont certainement habité la surface du sol, dans les endroits où nous trouvons leurs traces, pendant le dépôt de la couche qui les contient. Plus tard, cette couche a été pénétrée par des infiltrations d'eau calcaire, qui ont aggloméré la masse et l'ont préservée de tout remaniement ultérieur. Ce phénomène a eu lieu avant le ravinement de sa surface, comme le démontre très bien la séparation nette qui existe entre la couche agglomérée et la couche caillouteuse supérieure, séparation nettement figurée sur la coupe ci-jointe (fig. 3).

Fig. 3. — *Coupe prise à l'extrémité nord de la sablière* b, *en novembre* 1880.

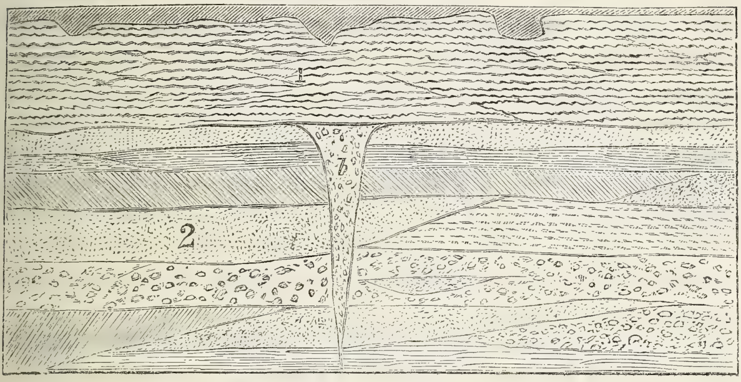


On y voit une partie de la couche agglomérée en forme de champignon *b*, qui a résisté à l'ancienne dénudation, et a été enveloppée pa les matériaux de la couche supérieure 2.

Mais pendant cette époque de ravinement, il y a eu également de oscillations du sol, de vrais soulèvements, soit locaux, soit généraux qui ont ouvert dans la partie agglomérée de véritables failles, que l'o rencontre très souvent, et dont la figure 4 donne un bon exemple.

On voit ici d'une manière évidente, qu'il y a eu un soulèvement d sol, qui a produit une faille *b*, et que cette faille s'est ouverte après l dépôt de la couche agglomérée 2 puisqu'elle traverse toute la couche et qu'elle s'est remplie de matériaux provenant du même *diluviu aggloméré*. D'autre part, elle existait déjà avant le dépôt de la couch caillouteuse 1, puisque celle-ci n'a pas été dérangée et n'a pas fourn des matériaux au remplissage de la faille ; la faille et le soulèvement dont elle est le résultat, ont dû coïncider avec l'époque du ravinement.

Fig. 4. — *Coupe prise vers l'extrémite ouest de la ballastière, en novembre* 1880.



1. Couche caillouteuse.
2. Couche agglomérée.

Faune. — Paléontologiquement, le *diluvium aggloméré* est caractérisé par une très grande abondance de débris de l'*Elephas antiquus* et du *Rhinoceros Merckii.* Les os et les dents de ces deux espèces n'ont été trouvés jusqu'ici que dans la ballastière et dans les sablières *a* et *b*, où existe le *diluvium aggloméré ;* mais dans la sablière *c*, et dans les trois sablières *d*, *e*, *f*, où cette couche fait défaut, on n'en a encore rencontré aucun vestige. Jusqu'à présent on n'a recueilli aucun débris ni de l'*Elephas primigenius*, ni du *Rhinoceros tichorhinus.*

J'ai, en outre, provenant de la ballastière et des sablières *a* et *b*, une dent incisive d'hippopotame (j'en ai trouvé deux, mais je n'ai pu en conserver qu'une en mauvais état) ; trois molaires de ce grand rongeur de Saint-Priest qu'à tort ou à raison on a identifié avec le *Trogontherium Cuvieri;* deux canines d'un ours, qui, d'après M. le professeur Gaudry, doit être l'*U. spelœus ;* des débris d'un cerf qui n'est point le renne et qui, d'après le savant paléontologiste que je viens de nommer, se rapporterait au *Cervus Belgrandi* de la faune ancienne de Montreuil ; de nombreuses molaires d'un cheval qui se rapproche un peu davantage de l'espèce tertiaire appelé *Equus Stenonis* que celles que l'on trouve habituellement dans le quaternaire ; et de nombreuses molaires de bœuf.

Industrie. — Au point de vue préhistorique, le même *diluvium* aggloméré est caractérisé par la présence d'un très grand nombre de ces instruments amygdaloïdes taillés sur les deux faces, de la forme dite de *Saint-Acheul* ou de *Chelles*. La distribution de ces instruments est en relation avec le développement de la couche qui les contient; ainsi jusqu'à présent ils n'ont été signalés avec une certaine abondance que dans la ballastière et dans les sablières *a* et *b* où existe la couche agglomérée. L'endroit où ils ont été recueillis en plus grand nombre, est à l'extrémité occidentale de la ballastière où le diluvium aggloméré atteint son maximum de développement. Dans la sablière *a* où le *diluvium aggloméré* ne se montre qu'à la base, on en trouve au contraire très peu. Dans la sablière *f*, où manque la couche agglomérée, on n'en a pas trouvé un seul. Dans la sablière *e*, on en a recueilli un, mais il a été rencontré dans un petit lambeau de *diluvium aggloméré* qui se trouvait tout à fait à la base. Dans la sablière *c*, on en a trouvé un également, mais il provient d'une couche de sable supérieure ou *moustérienne* et il rentre très bien dans les formes connues de cette dernière époque.

Ces instruments sont accompagnés de nombreux éclats de dégagement, de lames ayant servi comme couteaux, de perçoirs, et de quelques instruments éclatés sur une face et retaillés sur l'autre, de vrais précurseurs des jolis grattoirs moustériens qu'on trouve dans les couches supérieures.

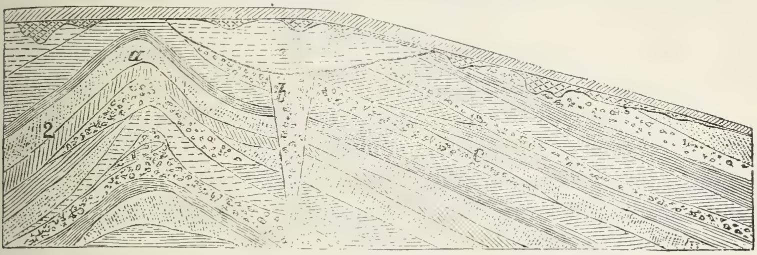
COUCHE MOYENNE ET CAILLOUTEUSE. — Au-dessus du *diluvium aggloméré* vient une très forte assise de cailloux roulés qui alternent avec des lits de sable. Cette couche caillouteuse, qui atteint une épaisseur de 5 à 6 mètres, a rempli tous les ravinements que l'ancienne dénudation avait creusés à la surface de la couche agglomérée. Les cailloux roulés sont de plus grande dimension que ceux qu'on trouve dans la couche inférieure, ce qui prouve que ce dépôt a été formé par des courants plus forts; mais, par cela même, c'est une couche presque stérile. On n'y trouve point de fossiles, ou ils sont tellement roulés et fragmentés que toute détermination est impossible. J'y ai recueilli aussi quelques silex taillés, mais également roulés et n'offrant rien de caractéristique. Ici, nous avons la preuve que ce dépôt a été transporté par des courants d'eau très impétueux.

Dans la partie inférieure de cette couche, on commence à voir des blocs erratiques et à sa partie supérieure on les rencontre déjà en grand nombre.

Ce vaste dépôt de transport, après sa formation, a été également dénudé à sa surface par des courants d'eau qui y ont creusé de profonds ravinements remplis de sable plus tard, comme le démontre la figure 2.

Mais ces ravinements, comme ceux qui avaient eu lieu à une époque antérieure, ont été accompagnés d'oscillations du sol, dont on retrouve les traces à chaque instant. Elles sont surtout bien nettes dans la sablière *c* dont la figure 5 montre l'aspect.

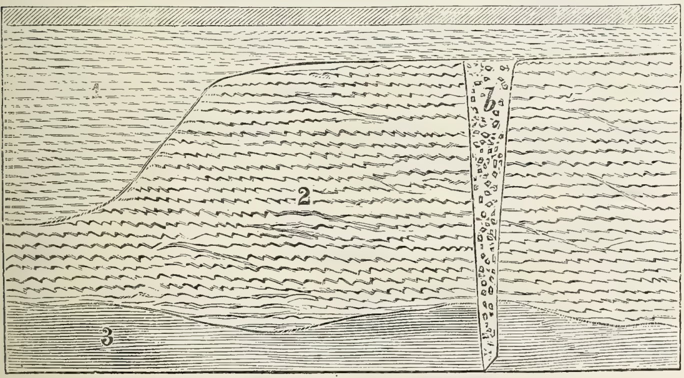
Fig. 5. — *Coupe prise sur le côté est de la sablière* c, *en octobre* 1880.



1. Sable moustérien.
2. Couche caillouteuse.

On voit qu'au point *c*, les lits de sable et de gravier, qui constituent la couche caillouteuse, ont été soulevés par une oscillation du sol qui s'est manifestée dans cet endroit avec plus d'intensité. Comme résultat de ce phénomène, il s'est produit en *b*, une faille qui descend jusqu'en bas et qui a été remplie avec des matériaux de la même couche caillouteuse. Cette faille s'est ouverte après le dépôt complet de la masse caillouteuse, puisqu'elle la traverse dans toute son épaisseur, mais avant le dépôt de la couche de sable *moustérienne*, c'est-à-dire pendant l'époque de ravinement, qui a coïncidé avec celle du soulèvement. A partir de cette faille, en *c*, les lits de sable et de gravier sont fortement inclinés vers le sud-est, et leur partie supérieure a été emportée par un ancien ravinement.

Fig. 6. — *Coupe prise dans la sablière* a, *en novembre* 1880.



1. Couches de sable moustériennes.
2. Couche caillouteuse.
3. Diluvium aggloméré.

Ces mêmes traces de soulèvement s'observent dans les autres sablières. La figure 6 montre une autre faille *b* dans la sablière *a*, elle traverse également toute l'assise caillouteuse et la partie visible du diluvium aggloméré. Sa partie tout à fait inférieure a été remplie par des matériaux provenant de la couche agglomérée, et le restant avec des matériaux de la couche caillouteuse. La faille part de la couche de sable *moustérienne*, mais celle-ci n'a pas été dérangée et n'a pas fourni du matériaux à son remplissage. La faille s'est produite à l'époque de ravinement de la couche caillouteuse; ainsi on voit d'une manière qui ne laisse point de doute, que chaque époque de ravinement correspond à un soulèvement du sol, et que chaque époque de remplissage correspond au contraire à une période d'affaissement.

Couches de sable supérieures ou moustériennes. — Les ravinements creusés par les eaux à la surface de la couche caillouteuse se sont plus tard remplis de sable. Ces dépôts de sable en forme de bateaux, se voient disséminés au-dessus du grand dépôt de cailloux, et ils atteignent souvent de 2 à 4 mètres d'épaisseur; dans les trois sablières *d*, *e*, *f*, qui se trouvent de l'autre côté de la route, ils constituent, au contraire, une couche presque continue; le sable est en général fin, et dans certains endroits il passe à une espèce de limon, dans lequel on ne trouve aucun caillou roulé. Il est évident que ces couches ont été déposées par des eaux tranquilles; cependant on y aperçoit presque partout des blocs erratiques de dimensions énormes, et très souvent des contournements dans les lits de sable, semblables à ceux qu'on attribue à l'action des glaces.

Quelquefois ces couches de sable ravinent complètement la couche caillouteuse; dans ce cas, elles sont directement superposées au diluvium aggloméré.

Faune. — Cette couche n'est pas très fossilifère. Cependant j'y ai recueilli beaucoup de dents de cheval et de bœuf; des dents, des cornes et autres os de bison; des débris d'un cerf qui semble se rapporter au *Cervus canadensis*; une molaire supérieure d'un *Rhinoceros* qui n'est point le *R. tichorhinus*, mais qui diffère également du *R. Merckii* qu'on trouve à la base; et des fragments indéterminables de lamelles dentaires d'un éléphant.

J'ai aussi, de Chelles, un cubitus, un radius et un astragale du *Bos primigenius*, et la dernière molaire supérieure d'un bœuf qui semblerait se rapporter à l'*Ovibos moschatus*; mais je ne les ai pas trouvés moi-même, et je n'ai pas pu constater s'il proviennent des couches de sable supérieures ou du diluvium aggloméré inférieur.

Industrie. — Les silex taillés qu'on rencontre dans ces mêmes couches de sable sont nombreux et de formes variées : cependant les haches amygdaloïdes taillées sur les deux faces sont excessivement rares; on y trouve, par contre, beaucoup de haches taillées sur une seule face, un très grand nombre de racloirs moustériens, de pointes moustériennes, de lames ayant servi comme couteaux, des lames à coche, des perçoirs, etc.

On trouve surtout un très grand nombre de ces objets dans les sablières *e* et *f*, dans lesquelles, comme nous l'avons dit, l'industrie précédente ou chelléenne n'est pas représentée.

DILUVIUM ROUGE. — Au-dessus des couches précédentes et au-dessous de la terre végétale, on rencontre presque partout, une zone rougeâtre, d'épaisseur excessivement variable, improprement appelé *diluvium rouge*, car ce n'est pas une couche distincte bien définie, mais une simple altération de couches existantes, due à des causes qu'on n'a commencé à étudier que dans ces dernières années. Cette partie rougeâtre décomposée s'est très souvent infiltrée à travers les couches inférieures, de manière à faire croire en apparence à l'existence de nombreuses poches et à des plans de stratification imaginaires. Je n'ai rencontré dans cette zone rougeâtre que deux grattoirs allongés et quelques lames.

LIMON OU LŒSS BLANC. — Dans quelques endroits, particulièrement dans les deux sablières *e* et *f*, on peut constater l'existence au-dessous de la terre végétale et au-dessus du diluvium rouge, d'une couche de limon grisâtre, un peu calcarifère, souvent assez consistant, généralement sans cailloux, et de 40 à 60 centimètres d'épaisseur.

Je n'ai rencontré dans cette couche ni ossements ni silex taillés, mais il y a des coquilles d'eau douce, *helix*, *planorbis*, *paludina*, etc Il est à remarquer que dans les couches inférieures, je n'ai pas recueilli une seule coquille fluviatile; elles ne se sont probablement pas conservées.

TERRE VÉGÉTALE. — Enfin dans la terre végétale qui surmonte le diluvium rouge et le lœss blanc, on rencontre des haches polies, des pointes de flèche et de lance, des couteaux, des scies, des *nuclei*, des percuteurs, de la poterie souvent ornée de gravures faites avec les ongles, etc.

Méthode à adopter pour l'étude du Quaternaire. — Quel est l'âge géologique ou l'antiquité relative du gisement de Chelles ? Il fait partie des terrains de transport appelés quaternaires, et ces terrains sont peut-être en Europe les moins connus. L'on dirait qu'on a embrouillé leur étude à dessein; Lartet tenta, il y a près de vingt ans, un essai de classification paléontologique; mais ceux qui lui succédèrent, tombèrent dans l'erreur en assignant un âge à chaque sablière d'après l'ensemble des fossiles qu'on y trouvait, sans se douter peut-être que, dans la plupart des cas, chaque dépôt de transport pouvait représenter deux ou trois phases distinctes de l'époque quaternaire, parfaitement superposées, et, qu'en tenant compte des fossiles trouvés dans une même sablière, sans se préoccuper de la superposition possible et de la stratigraphie, on risquait fort d'embrouiller la question au lieu de l'éclairer.

Ceux qui s'occupaient de l'étude du préhistorique, tentèrent à leur tour, une classification fondée sur les produits de l'industrie humaine, mais au lieu de rechercher d'abord les types superposés dans les gisements, ils commencèrent par classer leurs collections d'après les formes des objets, considérant les plus simples comme les plus anciens, et les plus compliqués comme les plus modernes. Les lames ou les prétendus couteaux étant pour eux les plus simples, devaient par suite être les plus anciens et on devait toujours les trouver à la base. On regardait alors ceux que nous appelons maintenant racloirs et pointes du Moustier, comme plus imparfaits que les hachettes taillées sur les deux faces; ainsi on supposait toujours les premiers plus récents que les couteaux, tandis que les deuxièmes devaient avoir précédé de bien près la pierre polie. Le chaos fut complet.

D'autres chercheurs bien intentionnés mais qui n'étaient pas géologues, crurent un instant pouvoir éclaircir la question en étudiant la profondeur à laquelle se trouvaient enfouis les objets, mais sans se préoccuper du caractère accidenté des couches; ils ne firent que rendre la confusion plus grande encore.

Quelque temps après, l'illustre ingénieur Belgrand émit l'idée des *hauts niveaux* et des *bas niveaux;* l'on crut alors avoir trouvé ce chronomètre géologique si longtemps cherché et, pendant quelque temps, tout fut facile à classer; mais bientôt commencèrent également les contradictions et la confusion continua. Le gisement de Chelles par exemple est trop bas pour être classé parmi les *hauts niveaux*, et trop haut pour l'inscrire parmi les *bas niveaux;* cependant sa partie inférieure montre une faune aussi caractéristique des *hauts niveaux* que celle de Montreuil. Autre exemple : Montreuil est le type des *hauts niveaux*, et cependant on y a signalé le mammouth que l'on ne rencontre pas à Chelles.

La question d'altitude est secondaire; elle ne peut et elle ne doit pas servir de *criterium* pour assigner l'âge d'un dépôt; c'est un renseignement bon à avoir, et rien de plus.

Même en admettant que le creusement des vallées se fût accompli dans l'ordre et de la manière que cette théorie de Belgrand le veut, elle ne pourrait pourtant pas nous servir à dater les terrains de transport, car après leur dépôt il y a eu bien des changements, de nombreuses oscillations du sol, des soulèvements et des affaissements; j'en donne pour exemple le Quaternaire de Chelles.

D'un autre côté les formations sédimentaires dans le bassin de la Seine, s'arrêtent à l'époque miocène. Le creusement des vallées doit avoir commencé dès la fin de cette époque, et s'être terminé vers le milieu de l'époque pliocène, de sorte qu'il a pu commencer à se former dès cette époque des dépôts de transport, et que peut-être plusieurs gisements que nous datons du commencement du Quaternaire, sont de la fin du Pliocène.

En définitive, les *hauts* et les *bas niveaux* ne peuvent nous servir qu'à nous expliquer un fait d'ailleurs facile à comprendre; c'est que dans le fond des vallées, les couches quaternaires les plus anciennes doivent être en général recouvertes de dépôts de transport bien plus puissants que ceux qui recouvrent les couches du même âge qui peuvent se rencontrer dans les hauts niveaux.

C'est seulement dans ces dernières années que M. de Mortillet nous a exposé un moyen de classification plus rationnel fondé sur la géologie, la paléontologie et le préhistorique; il a publié une division du Quaternaire qui semble s'accorder avec les faits. Peut-être le savant professeur a-t-il eu, au commencement, le tort de faire des époques trop tranchées et d'être un peu trop absolu; aussi les adversaires de cette classification se sont emparés des plus petits détails qui ne pouvaient cadrer avec sa théorie, pour la bouleverser entièrement.

Il est certain que si l'époque quaternaire représente deux ou trois phases distinctes, caractérisées par leur faune et par leur industrie, nous devons nous attendre à trouver des époques de transition, de passage, où deux faunes et deux industries seront mêlées; cependant nous devons trouver également des gisements purs, parfaitement caractérisés.

Mais pour arriver à confirmer ou à infirmer ces subdivisions d'époque, il faut abandonner absolument l'idée de *hauts* et de *bas niveaux*, et revenir à la véritable méthode des géologues et des paléontologistes; c'est la seule qui soit vraiment scientifique et c'est d'elle seule qu'on peut attendre la lumière.

Il faut absolument ne tenir compte que de la stratigraphie, en la suivant jusque dans ses plus petits détails, car la stratigraphie quaternaire est la plus difficile, et de la superposition sur place de la faune et de l'industrie. Tous les autres renseignements sont accessoires; ils peuvent être utiles mais non pas indispensables.

C'est avec cette méthode que j'ai étudié le gisement de Chelles, et voici ce qu'il nous apprend :

Époques representées à Chelles. — Nous avons à Chelles, tout d'abord une première époque, d'une durée fort longue, représentée par le diluvium aggloméré qui constitue la base du gisement. C'est une époque de calme et de repos, caractérisée par l'*Elephas antiquus* et le *Rhinoceros Merckii.* Et il ne s'agit pas là de quelques rares débris ; j'ai onze molaires complètes de l'éléphant et trente-trois du rhinocéros recueillies dans l'espace de huit mois; mais le nombre de celles qui ont été trouvées par les ouvriers et cassées, ou que, pour une raison ou pour une autre, je n'ai pas pu faire entrer dans ma collection, est bien autrement considérable. Les débris de ces deux animaux sont très abondants et à leur véritable place.

Pas de traces au contraire de l'*Elephas primigenius* ni du *Rhinoceros tichorhinus.* Pourquoi cette absence complète de ces deux espèces et pourquoi cette présence exclusive et cette abondance de débris de l'*E. antiquus* et du *R. Merckii* dont les débris sont généralement peu nombreux ? L'unique explication possible est que cette couche agglomérée s'est déposée à une époque pendant laquelle l'*Elephas primigenius* et le *R. tichorhinus* n'avaient pas encore pénétré dans cette région de la France. La couche inférieure ou cimentée du gisement de Chelles est certainement plus ancienne que tous les dépôts quaternaires dans lesquels on a signalé la présence de ces deux dernières espèces; elle doit avoir suivi de près le dépôt de Saint-Priest, et le *forest bed* d'Angleterre, et doit être certainement contemporaine de la couche inférieure du gisement de Montreuil, dans laquelle j'ai recueilli dernièrement deux silex taillés (1).

L'industrie que l'on rencontre dans la couche agglomérée, concorde avec les renseignements fournis par la faune. La grande majorité est constituée par ces lourds instruments taillés sur les deux faces, connus sous le nom de haches de Saint-Acheul. C'était l'instrument prédominant, et il varie de forme et de dimension selon les usages auxquels il était destiné. Avec ces instruments, il y a un petit nombre de racloirs moustériens d'un travail grossier, et quelques rares lames ayant servi comme couteaux.

Cette industrie n'est pas la même que celle de Saint-Acheul, comme pourrait le faire croire la simple énumération des pièces. A Saint-Acheul, les instruments sont plus variés, mieux taillés, et d'un aspect évidemment plus récent; il y a, en outre, une très forte proportion de lames, de jolis racloirs et grattoirs moustériens, de pointes moustériennes, de perçoirs, etc.

---

(1) Pour moi la dent de Mammouth trouvée à Montreuil, provient de la couche supérieure et non de la couche inférieure à *E. antiquus*.

Un lot d'objets provenant de la couche agglomérée de Chelles, offre un aspect tout spécial, profondément différent d'un lot de pièces provenant de Saint-Acheul ou d'Abbeville. L'industrie de la pierre n'était pas encore arrivée au degré de perfectionnement qu'elle a atteint dans ces deux dernières localités à une époque postérieure.

A Chelles nous sommes, en outre, certains de la provenance des pièces. La moitié est encore incrustée dans le sable et les cailloux agglutinés, l'autre moitié présente des patines spéciales, facilement reconnaissables, appartenant à plusieurs niveaux de la couche agglomérée; nulle méprise n'est possible. Il n'y a pas de mélanges anciens, et il est très facile de reconnaître ceux qui se produisent pendant les fouilles.

A cette époque fort longue de calme et de repos pendant laquelle vivaient exclusivement les animaux des climats chauds, succéda une deuxième époque, sans doute d'une durée également considérable, mais qui n'a laissé à Chelles qu'un *hiatus* stratigraphique, paléontologique et industriel. Cependant ses traces sont reconnaissables dans l'énorme ravinement de la couche agglomérée, ravinement que l'on ne pourrait expliquer que par un soulèvement du sol, comme nous avons vu que cela s'est en effet produit d'après la série de failles qui partent de la surface de la couche agglomérée et la traversent parfois jusqu'à la base. C'est probablement à cette époque qu'il faudrait faire remonter la première apparition du mammouth et du rhinocéros à narines cloisonnées dans la moitié nord de la France; cependant elle doit encore avoir précédé, quoique de peu, la formation des dépôts à silex de Saint-Acheul.

A cette deuxième époque, succéda une période d'affaissement, pendant laquelle s'est déposée la forte assise de cailloux roulés qui repose au-dessus de la couche agglomérée. Cette époque a laissé à Chelles un *hiatus* paléontologique et en partie industriel. La nature de la couche n'a pas permis la conservation des débris organiques; c'est pourquoi nous n'en trouvons que fort peu et dans un état indéterminable.

Ce dépôt de cailloux a été déposé par des courants d'eau torrentiels : l'homme ne pouvait habiter sur place, mais il a vécu certainement dans la partie plus élevée de la vallée ou sur les plateaux, et quelques-uns de ses instruments ont été transportés au milieu de la masse caillouteuse. Parmi ces instruments la hache taillée sur les deux faces persiste encore, mais elle est accompagnée d'un nombre égal de racloirs, de couteaux et de perçoirs.

Ce grand dépôt de transport doit correspondre au plus grand développement du *Mammouth*, du *Rhinoceros tichorhinus* et de l'industrie de Saint-Acheul telle qu'on la connaît dans cette dernière localité.

A cette époque d'affaissement, succéda une quatrième époque de soulèvement et de ravinement. Ses traces se rencontrent à chaque instant; ce sont les ravinements creusés par l'eau à la surface de la couche caillouteuse et le deuxième système de failles qui partent de la surface de la même couche et descendent parfois jusqu'à la base de la couche agglomérée. Cette époque a également laissé à Chelles un *hiatus* stratigraphique, paléontologique et industriel, mais elle doit correspondre à une décadence de l'industrie de Saint-Acheul et à un plus grand développement de l'industrie moustérienne.

Enfin à celle-ci, succéda une cinquième époque d'affaissement pendant laquelle les ravinements creusés à la surface de la couche caillouteuse se sont remplis de sable. Cette cinquième époque correspond à une nouvelle période de calme, mais en même temps de grand froid, comme le démontrent de nombreux blocs erratiques et les contournements des couches. L'homme et les animaux ont vécu sur place et ils y ont laissé les traces de leur passage; mais soit dans la faune, soit dans l'industrie, la différence entre la couche agglomérée inférieure et la couche sableuse supérieure est on ne peut plus tranchée. Mais cela ne doit nullement nous surprendre. Il faut en effet se rappeler qu'entre la fin du dépôt de la couche agglomérée et le commencement du dépôt des couches de sable supérieures, se sont succédé trois époques distinctes qui représentent un laps de temps énorme, pendant lequel la faune et l'industrie se sont modifiées; mais le gisement de Chelles n'a pas pu nous conserver ces formes de transition que nous trouvons ailleurs.

Dans ces couches de sable, il n'y a plus de traces ni de l'*Elephas antiquus*, ni du *Rhinoceros Merckii*, ni du cerf de Belgrand, ni du *Trogontherium* ni de l'hippopotame.

Le changement n'est pas moins grand dans l'outillage de l'homme primitif. Le gros et lourd instrument amygdaloïde taillé sur deux faces, a presque complètement disparu. Quand par hasard il se présente, c'est un instrument plus petit, mieux taillé, et plus plat que ceux de la base. Par contre, les haches taillées sur une seule face et les racloirs moustériens à tranchant courbé ou en demi-lune prédominent. La pointe dite du Moustier apparaît ici pour la première fois et avec un travail des plus soignés; on n'en retrouve pas de traces dans les couches inférieures. C'est l'industrie du Moustier pure et sans mélange.

Cette couche est évidemment plus récente que le gisement de

Saint-Acheul, et correspond sans doute à la partie moyenne et peut-être supérieure des alluvions de *bas niveaux* de la Seine et de la Marne.

Après cette époque il y a encore eu une succession de phases distinctes de l'époque quaternaire, pendant lesquelles s'est déposé ce qu'on appelle le *diluvium rouge* et le *limon blanc* qu'on trouve au-dessus ; les couches supérieures se sont décomposées et colorées etc., mais tous ces changements sont encore assez obscurs, et jusqu'à nouvel ordre je ne m'en occuperai pas.

J'en ai dit assez pour que mes collègues puissent se convaincre que le gisement de Chelles, à quelque point de vue qu'on le considère, est d'une importance exceptionnelle pour l'étude des temps quaternaires, mais j'espère que j'aurai l'occasion de m'en occuper plus en détail (1).

M. **Vasseur** annonce qu'il a découvert à **Montreuil,** il y a déjà plusieurs années, un gisement quaternaire très fossilifère et bien distinct de ceux qui ont été si soigneusement étudiés et fouillés par MM. Martin et Belgrand. Le diluvium, connu depuis longtemps dans cette localité, est exploité sur le bord de la grande rue de Montreuil et dans le voisinage des fortifications. Ce terrain repose probablement sur les *Sables de Beauchamp* ou sur le *Calcaire de Saint-Ouen* et ne dépasse guère 50 mètres d'altitude.

Le nouveau gisement signalé par M. Vasseur s'observe au contraire à la partie supérieure des grandes plâtrières de Montreuil, au sud-est du village ; il est situé vers la cote 90^{m}, dans un ravinement des *marnes vertes suprà-gypseuses.* Il se compose à la base, de sables plus ou moins grossiers, mélangés de cailloux roulés qui atteignent parfois d'assez grandes dimensions. Cette couche renferme une grande quantité d'ossements de mammifères (rhinocéros, cheval, bœuf, cerf, etc.). Elle est recouverte par un limon gris très argileux, riche en mollusques (Limnées, Planorbes, etc.) et contenant des os de poissons.

Si les sables de Montreuil qui ne s'élèvent qu'à une cinquantaine de mètres, représentent les *hauts niveaux* de M. Belgrand, quel pourrait bien être l'âge du gisement découvert par M. Vasseur et situé à 40 mètres au-dessus des précédents. Ce terrain, dont l'âge pourra être déterminé d'après ses nombreux fossiles, appartient évidemment à une époque très ancienne.

---

(1) M. Ameghino vient de trouver tout dernièrement dans la couche agglomérée du quaternaire de Chelles, une canine intacte de l'*Hyena spelea*, qui n'y avait pas encore été signalée.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

Contact du **Bathonien** *et du* **Callovien** *sur le bord oriental du bassin de Paris (Haute-Marne, Vosges, Meuse, Meurthe-et-Moselle)*,

par **J. Wohlgemuth.**

Mon but n'est pas de donner, dans cette note, la description complète du Bathonien supérieur et du Callovien inférieur ; je désire seulement faire connaître à la Société géologique les quelques résultats auxquels je crois être arrivé au sujet du contact de ces deux étages, réservant les listes complètes de fossiles pour un travail prochain sur le Callovien et l'Oxfordien.

J'ai commencé mes excursions dans les environs de Chaumont et je les ai étendues jusqu'à la limite septentrionale du département de Meurthe-et-Moselle vers Longuyon.

Pour le Bathonien je me suis restreint aux couches supérieures au calcaire à *Rhynchonella decorata.*

Ce calcaire (*Forest marble* de M. Tombeck) (1) bien reconnaissable à sa dureté, sa compacité, et même aux stilolithes qui se trouvent régulièrement au contact de tous ses bancs, contient abondamment la *Rhynchonella decorata*, Schl. bien caractérisée. Il forme à Chaumont les flancs de la vallée de la Marne, et dépasse probablement une puissance de 25 à 30 mètres. La *Rhynchonella decorata* se trouve encore à Andelot, mais quand on franchit la ligne de séparation des bassins de la Seine et de la Meuse, on retrouve le prolongement d ce calcaire dont l'aspect minéralogique n'a en rien varié, mais il ne contient plus son fossile principal. Je l'ai suivi ainsi sur les bords d la Meuse jusqu'à Neufchâteau où il correspond bien au calcair compact de M. Douvillé (2) qui là ne contient pas de fossiles déter minables. L'hypothèse de M. Douvillé, que ce calcaire était le pro longement des couches à *Rhynchonella decorata*, est donc bie exacte. Je regarderai donc comme Bathonien supérieur les couche supportées par cette puissante assise.

A Chaumont (carrière près la Gare), les couches à *Rhynchonel decorata* se terminent supérieurement par un banc calcaire de $1^{m}5$ en plaques irrégulières, qui m'a fourni la *Nerinea Archiaciana* ; au dessus, le Bathonien supérieur commence par un lit de $0^{m}60$ marne pétrie de fines oolithes calcaires et contenant abondamme l'*Avicula echinata*, Sow., avec *Rhynchonella Morierei*, Dav., *Waldheimia cardium*, Lk., *Waldheimia perobovata?* Walker. Au-dessus enfin on voit un calcaire oolithique blanc en plaquettes minces, sans fossiles.

---

(1) *Bul. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. III, p. 22.

(2) Douvillé. Note sur le Bathonien des environs de Toul et de Neufchâtea *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. VI. 1878.

Les mêmes couches se voient à Riaucourt. La Marne a taillé une falaise verticale de 20 à 25 mètres dans le calcaire compact à *Rhynchonella decorata.* A la partie supérieure, les bancs deviennent oolithiques, sont séparés par quelques lits marneux, et se transforment graduellement au sommet en plaquettes oolithiques sonores. Ce sont ces calcaires fissiles qui sont connus dans toute la région sous le nom de *laves* et étaient employés autrefois pour la couverture des toits. Nous les suivrons jusqu'à Neufchâteau où M. Douvillé les a rattachés à la *Dalle nacrée* du Jura. Je ne sais cependant si c'est bien là la Dalle nacrée de Thurmann. D'après M. P. Choffat (1), celle-ci est Callovienne et appartient à la zone à *Ammonites macrocephalus ;* pour lui, c'est à tort que l'on donne ce nom au Bathonien supérieur pour peu qu'il ait une ressemblance pétrographique avec la Dalle nacrée de Thurmann, qui, du reste, a été placée par cet auteur dans le Bathonien. Pour ces motifs je me contenterai de désigner les laves sous le nom de Dalle oolithique blanche, à cause de leur couleur générale, qui les distingue des dalles calloviennes plus ou moins ferrugineuses.

Plus loin, près de la gare de Bologne, on trouve aussi des calcaires en plaquettes, à grains cristallins et à points ferrugineux que je crois être au-dessus des précédents et qui supportent immédiatement le Callovien supérieur (zone à *Ammonites anceps*), représenté par des calcaires et marnes à oolithes ferrugineuses contenant : *Ammonites anceps*, Rein, *Jason*, Zieten, *hecticus*, Hartm., *Pecten fibrosus* Sow., *Ostrea amor*, d'O., *Waldheimia umbonella*, Lk. sp., (*Royeriana* d'O.), etc.

En suivant la ligne ferrée de Neufchâteau, on retrouve un grand nombre de fois la même superposition.

A Briaucourt, la voie ferrée tranche toute la série callovienne, la zône à *Ammonites anceps* renfermant, outre les fossiles cités plus haut, *Ammonites coronatus*, Brug. et *Collyrites elliptica*, Ag., et reposant sur les calcaires à points ocreux.

Cet ensemble de calcaires jusqu'aux couches à *Rhynchonella decorata* forme le Cornbrash de M. Tombeck (2).

---

(1) P. Choffat, 1878. *Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional.*

(2) Tombeck. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série. t. 3. p. 22. Note sur le Callovien et l'Oxfordien de la Haute-Marne.

Ce géologue a établi pour la Haute-Marne, les divisions suivantes :

Oxfordien inférieur	Zone à *Ammonites pyritisées.*
Callovien	Calcaires fissiles à *Am. Lamberti* et *athleta*
	Zone à *Amm. Backeriæ* et *Jason* ;
	Zone à *Amm. anceps* et *coronatus* ;
	Zone à *Amm. macrocephalus* et *Herveyi.*
Cornbrash	Calcaires à *Terebratula cardium*, etc.
Forest-marble	Calcaire à *Rhynchonella decorata.*

Ici la zone à *Ammonites macrocephalus* manquerait donc. Cependant nous verrons, en continuant vers le Nord, qu'une partie du Cornbrash de MM. Tombeck et Royer pourrait bien représenter les couches à *Amm. macrocephalus* que M. Tombeck ne cite qu'à Manois, et que nous trouverons bien développées dans le département des Vosges. En effet, on ne voit pas à la partie supérieure de ces calcaires à points ocreux, de traces de corrosions, de surfaces couvertes de grandes huîtres et de serpules, indices d'un arrêt dans la sédimentation.

De Bologne à Andelot on rencontre ce Cornbrash, très souvent divisé en plaquettes par des lignes obliques aux plans de stratification, et on le voit passer généralement d'une façon insensible au minerai de fer de la zone à *Am. anceps* par l'augmentation graduelle de la quantité d'argile, et l'apparition des oolithes de fer hydroxydé (passage à niveau près de la gare de Chantraînes).

A Andelot, la voie ferrée coupe, près du pont sur le Rognon, 4 ou 5 mètres de calcaires assez argileux, et de marnes plus épaisses à la base contenant le *Waldheimia digona*, Sow. et le *Waldheimia sublagenalis*? Dav., fossiles que nous trouverons bientôt fréquemment dans le Callovien inférieur ; puis en dessous, 2 mètres de calcaires variant de compacité, devenant plus bas, sur les flancs raides de la vallée du Rognon, plus blancs et plus durs, et passant enfin au calcaire compact à *Rhynchonella decorata*, espèce que j'ai trouvée là à un mètre au-dessus du niveau de la route, pour la dernière fois.

A partir de Manois et des environs de Saint-Blin, on commence à trouver l'*Ammonites macrocephalus.*

En face de Saint-Blin, une tranchée de la voie ferrée donne :

Marnes et calc. avec oolithes ferrugineuses à *Amm. anceps*.	1,50
Calcaires marneux ferrugineux avec *Amm. macrocephalus*	0,60
Calcaires en dalles à fragments spathiques et à points ferrugineux . . .	2,00

Plus loin, on ne trouve plus l'*Amm. macrocephalus* dans les calcaires qui supportent le minerai de fer à *Amm. anceps*. Enfin en face de Prez-sous-la-Fauche une tranchée coupe 3 ou 4 mètres de ces calcaires à fragments très spathiques et à taches ferrugineuses qui, à la base, se transforment en marnes calcaires noires contenant : *Amm. macrocepalus*, Schl., *Pecten* cf. *intertextus*, Rœm., *Terebratula Sœmani*, Oppel (aplatie), *Terebratula dorsoplicata*, Desl.

A partir de ce point, nous voyons tout cet ensemble, prolongement de la partie supérieure du Cornbrash de M. Tombeck, devenir de plus en plus marneux à la base ; celle-ci reposant sur la lave blanche à oolithe miliaire (Dalle nacrée de M. Douvillé), que j'ai appelée Dalle oolithique blanche. Ainsi à la station même de Prez-sous-la-Fauche, je relève la coupe suivante :

Lits calcaires et marnes rocailleuses à *Waldheimia obovata*. . . .	2,50
Marnes calcaires noires et minces lits calcaires argileux avec *Amm. macrocephalus, A. Backeriæ, Ostrea gregarea, Waldheimia obovata* et *digona, Terebratula Smithi?* Oppel	2,00

Les puits creusés dans cette marne noire, disent les ouvriers, donnent de l'eau ; au-dessous, l'eau se perd, dans les fissures de la Dalle oolithique blanche. C'est ce qu'on voit à la perte du ruisseau près du Bocard du Moulin à Liffol-le-Petit, où un volume assez considérable d'eau s'engouffre dans une excavation de 3 à 4 mètres de profondeur. Il semble donc que la partie supérieure du Cornbrash de M. Tombeck se prolonge par des calcaires qui, à Liffol-le-Petit, Prez-sous-la-Fauche, offrent des parties marneuses à la base contenant des fossiles calloviens, en même temps que les calcaires eux-mêmes devenant plus marneux, recèlent de plus en plus les fossiles calloviens à mesure qu'on s'approche de Neufchâteau. A Liffol-le-Grand le minerai de fer à *Amm. anceps*, et les calcaires marneux à *Amm. macrocephalus* sont très riches en fossiles. Malheureusement le minerai n'est plus exploité. Un trou d'un mètre de profondeur et d'à peu près 4 mètres carrés, dans lequel on a exploité des dalles assez épaisses dans la zone inférieure, m'a fourni une trentaine d'espèces bien conservées, parmi lesquelles : *Ammonites macrocephalus*, Schl., *anceps*, Rein., *hecticus*, Hartm., *Duncani*, Sow., *Belemnites hastatus*, Blainv., *Nautilus hexagonus*, Sow., *Avicula Munsteri*, Goldf., (= *inæquivalvis*, (Sow.) d'O.,) *Pecten fibrosus*, Sow., *Ostrea amor.*, d'O., *Ostrea dilatata*, Desh., *Collyrites elliptica*, Desm., *Echinobrissus clunicularis* Phill., *Pygurus depressus*, Ag., *Holectypus depressus* Phill. sp. etc., etc.

De Liffol à Neufchâteau on voit un grand nombre de fois le contact du Bathonien et du Callovien. Ainsi, à la grande carrière de Fréville, on exploite pour les forts voisins un calcaire compact sans fossiles (1) que l'on voit aux abords de la carrière se transformer en Dalles oolithiques. Le banc supérieur (0^m, 30) est plus compact, il présente des veines ferrugineuses et sa surface est couverte de grandes huîtres dont les valves sont creusées par des lithophages. Au-dessus viennent des marnes rocailleuses (2^m 50) contenant *Amm. macrocephalus* et *Backeriæ*, *Avicula Munsteri*, Gold., *Pecten fibrosus*, Sow., *Pecten cf. intertextus*, Rœm., *Waldheimia obovata*, *W. digona*, *Ostrea Marshii*, Sow. etc., etc.

---

(1) La profondeur exploitée dans ce calcaire atteint 10 mètres.

On voit le même contact dans le voisinage sur la ligne ferrée, à Neufchâteau (embranchement de la ligne de Gondrecourt), où le Bathonien supérieur fournit le ballast de la voie, et supporte d'abord un mètre de marnes calcaires surmontées de bancs d'un calcaire gris, compact au centre, parfois pétri de fragments cristallins, avec *Amm. macrocephalus* et *Backeriæ*, *Amm. anceps*, *Belemnites hastatus*, *Ostrea Marshii*, *Waldheimia obovata*.

Mais déjà ici, ces calcaires sont recouverts immédiatement par les argiles oxfordiennes à *Belemnites hastatus*; le minerai de fer (Zones *à Amm. anceps*) déjà bien aminci à Liffol-le-Grand, a disparu ici et ne se retrouve plus au Nord.

Neufchâteau est une excellente localité pour l'étude du contact qui nous occupe, car on l'observe encore près des casernes, et sur la ligne ferrée de Gondrecourt, près du passage à niveau du chemin de Bourlémont (château), près de Frebécourt.

Dans toute cette région, les calcaires calloviens contiennent surtout comme fossiles caractéristiques : *Amm. macrocephalus*, *Amm. Backeriæ*. *Terebratula Sæmanni*, *Waldheimia obovata*, *Collyrites elliptica*. Toujours ils se terminent inférieurement par des lits marneux qui reposent directement sur la *Dalle oolithique blanche* (*lave*, *Dalle nacrée*, Douvillé.)

De plus les flancs de la vallée de la Meuse fournissent encore à Neufchâteau de bonnes coupes du Bathonien supérieur. Au nord de la ville, la voie ferrée coupe sur une épaisseur de 8 à 10 mètres, les calcaires compacts prolongement des couches à *Rhynchonella decorata* mais ici sans leur fossile caractéristique. Au passage à niveau de la route de Nancy, ces calcaires supportent d'abord un banc de marnes rocailleuses de 2^m, avec minces lits calcaires dans lequel on trouve *Gervillia aviculoides*, *Hemithyris spinosa*, *Waldheimia ornithocephala*, *Terebratula intermedia*, *Rhynchonella concinna*, Sow., fossiles que nous verrons caractériser le Bathonien supérieur de Toul ; au-dessus les bancs calcaires deviennent plus épais, ensuite on passe à des calcaires en plaquettes à grain très fin (route de Nancy) ; enfin, au sommet les calcaires deviennent oolithiques, spathiques et l'on passe ainsi à la Dalle oolitique blanche (lave).

La même coupe s'observe en montant l'ancienne route de Nancy; à la sortie de la ville on trouve le calcaire compact, puis des alternances de lits marneux et de bancs calcaires contenant *Terebratula intermedia*, Sow., *Rhynchonella concinna*, Sow.; puis, comme précédemment, les bancs calcaires augmentent d'épaisseur; on trouve même un peu plus haut une carrière où l'on exploite un calcaire jaunâtre à grain fin. Tout au sommet, à la jonction de l'ancienne route et de la nouvelle, on retrouve la *Dalle oolithique* qui forme tout le plateau. En suivant la route jusqu'au bois Le Coq, on retrouve le Callovien inférieur qui donne *Amm. Backeriæ*, *Waldheimia obovata*, *Terebratula dorsoplicata*, Desl., *Collyrites elliptica*.

Le Bathonien supérieur conserve donc son caractère calcaire et ne renferme de fossiles que dans les parties marneuses de la base.

Le Callovien s'observe à Coussey, et au pied des côtes jusqu'à Ruppes.

De toutes les descriptions, qui précèdent, un peu trop longues peut-être, il résulte que partout de Neufchâteau à Liffol-le-Petit, le Callovien, débutant toujours par des assises marneuses, se distingue très facilement du Bathonien supérieur formé de calcaires en plaquettes toujours plus ou moins blancs et oolithiques que M. Douvillé a rattachés à la Dalle nacrée, et que pour les raisons exposées plus haut, j'appelle *Dalle oolithique blanche;* les bancs supérieurs sont corrodés ce qui indique un arrêt de sédimentation. Au sud de Liffol-le-Petit, au contraire, les parties marneuses de la base du callovien disparaîtraient petit à petit; l'arrêt de sédimentation n'aurait plus eu lieu et les calcaires de la Dalle oolithique auraient continué à se déposer pendant le dépôt du Callovien inférieur, ce qui ne serait accusé que par des espèces de lentilles marneuses où les fossiles calloviens ne se seraient pour ainsi dire que momentanément établis. Vers Chaumont, la séparation serait donc impossible, sinon par la présence déjà accusée de taches ferrugineuses dans les Dalles calcaires. Et alors le vrai représentant de la Dalle nacrée de Porrentruy serait peut-être dans les dalles formées de fragments très spathiques, à ciment ferrugineux, et pétries de tiges d'encrines, de Prez-sous-la-Fauche, Saint-Blin, Manois, etc., que j'ai rattachées au Callovien, dalles que leur couleur ferrugineuse suffirait à distinguer des Dalles blanches du Bathonien.

Quant au Bathonien supérieur, il se conserve identique à celui de Neufchâteau jusqu'à Martigny et Saint-Elophe. A partir de là, jusqu'à Colombey, et surtout à l'est, on assiste, comme l'a démontré M. Douvillé (1) à sa transformation graduelle en couches marneuses

---

(1) Douvillé (*loc. cit.*)

(*facies Toulois*) que nous suivrons jusqu'à Etain (Meuse) où réapparaîtra seulement la Dalle oolithique blanche (*Dalle nacrée*, Douvillé; *Calcaires oolithiques miliaires d'Etain*, Terquem et Jourdy).

M. Douvillé a établi, pour ce faciès marneux, les divisions suivantes :

Callovien inférieur.	Calc. marneux de Dommartin-lez-Toul.
Bathonien supérieur	. . . .
	Marnes à *Ostrea Knorri.*
	Marnes à *Rhynchonella varians.*
	Marnes à *Waldheimia ornithocephala.*

Je ne parlerais même pas de cette modification si je ne voulais répondre d'avance à une objection que l'on pourrait faire après avoir visité ces régions et les environs de Toul : c'est la ressemblance pétrographique étonnante de la *Dalle oolithique blanche* avec les Calcaires à oolithes miliaires du Bathonien moyen.

Sur les flancs de la vallée du Vair, on reconnaît encore parfaitement (*Soulosse*, *Brancourt*) le calcaire compact à *Rhynchonella decorata* qui a conservé tous ses caractères minéralogiques. Plus au Nord il se transforme en calcaire à oolithes miliaires. Au-dessus on voit des calcaires grisâtres à grain fin qui, au sommet, deviennent la Dalle oolithique blanche, celle-ci formant, comme je l'ai dit, tout le plateau de Neufchâteau à Martigny-lez-Gerbonvaux. Là le fond du vallon est occupé par des marnes très argileuses à *Rhynchonella varians* et à *Hemithyris spinosa.* En se dirigeant sur Tranqueville, on trouve, en montant, la même série de calcaires se terminant au sommet par la dalle oolithique. A la descente sur Graux, on trouve des calcaires marneux avec *Gresslya peregrina* Phill. sp., (*Gresslya truncata*, Ag.), puis, au-dessous, des calcaires marneux à *Ostrea Knorri*, Voltz in Zieten, puis des calcaires marneux avec *Rhynchonella varians*, Zieten, *Gervillia aviculoides*; enfin, au fond du vallon, les calcaires à oolithes miliaires du Bathonien moyen qui ne ressemblent plus en rien au calcaire compacte de Neufchâteau; ils ne peuvent donc être parallèles à la Dalle oolithique. De Graux en allant vers Tranqueville on retrouve le niveau à *Rhynchonella varians*, puis le niveau à *Ostrea Knorri.* En gravissant la colline même de Tranqueville les mêmes niveaux réapparaissent déjà très marneux. La base de la colline est environnée des deux côtés par les calcaires à oolithes miliaires du Bathonien moyen.

Si nous nous dirigeons vers Colombey, la Dalle oolithique blanche se transforme ; de plus nous voyons apparaître à la base du Bathonien supérieur, qui devient tout à fait argileux, une couche très importante comme repère stratigraphique, tant par son aspect minéralogique

que par l'abondance de son fossile caractéristique c'est la couche nommée par M. Douvillé *Caillasses à Anabacia orbulites ;* c'est le Cornbrash de M. Levallois qui regardait le Bathonien supérieur comme Callovien ; c'est aussi le *calcaire à oolithes difformes et minerai de fer* de M. Husson (1). M. Douvillé (2), à cause de son caractère minéralogique et de la présence du *Clypeus Ploti*, range cette couche dans le Bathonien moyen. Je partage cette opinion pour les mêmes motifs, et de plus parce qu'elle me paraît être l'horizon de l'*Ammonites wurtembergicus*, Oppel, qui, on le sait, appartient encore au groupe des *Parkinsoni*.

J'en ai trouvé deux échantillons dont un très bien caractérisé, près du fort du Tillot (Toul); un troisième à Colombey.

Cet horizon, reposant sur les calcaires à oolithes miliaires prolongement des couches à *Rhynchonella decorata*, a été la limite inférieure de mes recherches.

Pour établir la succession des niveaux du Bathonien supérieur (facies Toulois) je crois devoir donner d'abord une coupe complète que j'ai relevée en mars 1879, avant que je connusse les divisions établies par M. Douvillé.

Elle m'a été fournie par un canal de prise d'eaux s'étendant de la Moselle (Pierre la Treiche) à Foug, en traversant le vallon de la Bouvade et le val de Gare-le-Cou, près du fort du Tillot, ce qui fait en réalité 4 et même 5 coupes. La direction est de plus celle du plongement des couches.

Première Coupe. — *De la Bouvade au fort du Tillot.*

Diluvium formant le plateau	3,00
Marnes avec abondance d'*Ostrea Knorri,* plus *Rhynchonella varians, Terebratula intermedia, Pecten fibrosus,* Sow. et *Gervilla aviculoides.*	1,50
Marnes devenant de plus en plus calcaires à la base avec abondance de *Rhynchonella varians,* plus *Ostrea Knorri, Terebratula* cf. *maxillata, Terebratula intermedia, Rhynchonella concinna, Rhynchonella Badensis,* et *Ammonites procerus,* Seebach.	1,50
Banc de gros ovoïdes calcaires, marneux, avec grand nombre de *Trigonia,* sp. à la surface	1,00
Lits de marnes rocailleuses avec bancs d'ovoïdes calcaires avec *Rhynchonella varians, Terebratula intermedia, Gervillia* cf. *lanceolata, Terebratula maxillata, Terebratula,* cf. *bicanaliculata* Zieten, *Rhynchonella concinna*	1,50
Marnes noires très argileuses avec *Waldheimia ornithocephala*	1,50
Rocailles marno-calcaires oolithiques avec *Ammonites wurtembergicus, Pecten vagans, Anabacia orbulites,* les deux derniers très abondants	3,00
Calcaire blanc à oolithes miliaires en plaquettes	2,00
	15,00

---

(1) Husson, 1848. *Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul.*

(2) Douvillé, *loc. cit.*

2^e^ Coupe. — *Val de Gare-le-Cou* (Flanc Est) ; cette coupe complète la précédente :

Diluvium jaune et rouge	5,00
Argiles et lits de 10 à 15 cent. de nodules blancs de calcaires très marneux contenant surtout *Gresslya peregrina,* Phill. sp., avec *Amm. procerus, Mytilus* cf. *imbricatus ;* environ	6,00
Marnes argileuses pétries d'*Ostrea Knorri* et quelques *Rhynchonella varians.*	2,50
Marnes avec abondance de *Rhynchonella varians* et *Terebratula intermedia*	3,00
	16,50

3^e^ Coupe. — Sur l'autre flanc du vallon, partie supérieure de la coupe précédente, en raison du plongement :

Diluvium ; sables et cailloux roulés	6 à 8,00
Lits alternatifs de calcaires en gros ovoïdes, ferrugineux à la surface, compacte et gris bleu à l'intérieur et de marnes sableuses et ferrugineuses, sans fossiles, très probablement calloviens	2,50
Argiles avec lits d'ovoïdes de calcaire blanc très marneux moins gros à la base avec *Ammonites procerus, Gresslya peregrina.*	6 à 8,00
Marnes argileuses à *Ostrea Knorri*	2,00
Marnes à *Rhynchonella varians* avec *Ammonites procerus, Hemithyris spinosa, Rhynchonella concinna, Rhynchonella Badensis,* Oppel.	2 à 3,00
	16 à 22,00

La 4^e^ coupe qui va de la Bouvade à Pierre-la-Treiche rencontre d'abord à la base, des calcaires et marnes à oolithes cannabines avec *Clypeus Ploti*, puis l'oolithe miliaire en plaquettes ; au-dessus les rocailles à *Anabacia orbulites;* sur le plateau des lits marneux et calcaires avec *Pecten lens*, *Rhynchonella varians, Terebratula maxillata, T. intermedia*, *Rhynchonella concinna.*

Il est facile de reconnaître dans ces coupes, les trois niveaux de M. Douvillé cités plus haut, plus un quatrième contenant surtout des *Gresslya peregrina* (*Gresslya rostrata* et *truncata*, Agassiz), horizon que je considère encore comme bathonien à cause de la présence de l'*Ammonites procerus.*

Tout près de là, dans le fort du Tillot, nous avons aussi le contact du Bathonien et du Callovien. M. Douvillé y a cité, sous les argiles oxfordiennes, des calcaires gréseux jaunâtres qu'il regarde comme calloviens, quoique sans fossiles ; je n'y ai trouvé que *Gervillia aviculoïdes*, et *Pholadomya* sp. ? ; ils ont une épaisseur de $2^{m}50$ à 3 mètres et sont aussi séparés par des lits de marnes gréseuses ; le tout a un cachet ferrugineux qui tranche parfaitement avec les calcaires très marneux qui les supportent (niveau à *Gresslya peregrina*) contenant surtout cette espèce avec assez nombreux bivalves, *Mactromya* cf. *æqualis*, Ag. et *Nautilus giganteus*, d'Orb.

En suivant le plateau vers l'Ouest, on retrouve à la descente, grâce au plongement, sous le Diluvium, des calcaires qui sont évidemment le prolongement de ceux du fort avec *Ammonites Herveyi*, *Amm. lunula*, *Amm. macrocephalus*, *Plicatula peregrina*, *Terebratula Sœmanni*, Opp., *Waldheimia obovata*, *W. digona*, *W. sublagenalis?* Dav., *Hemithyris* sp?, *Ostrea amor*, etc. (Bois du Tillot, ferme Saint-Jacques, route de Blénod à Toul.)

Le Bathonien supérieur est donc caractérisé par ses quatre niveaux; ici le Callovien a dû lui succéder sans interruption de sédimentation, car je n'en vois aucune trace; je dois ajouter que la présence douteuse, faute de bons échantillons, de l'*Amm. Backeriæ* dans le niveau à *Gresslya peregrina*, en fait un terme de passage avec le Callovien, qui du reste a été signalé surtout par un apport ferrugineux, ce qui permet de le reconnaître au loin dans les terres labourées.

Les coupes précédentes montrent aussi qu'une Ammonite (*Amm. procerus*) se trouve à peu près à tous les niveaux du Bathonien supérieur; je l'ai déterminée, non d'après les figures de Seebach, qui sont méconnaissables, mais d'après Schlœnbach (1) qui a dû connaître les types de Seebach. Un exemplaire du fort de Villey-le-Sec (niveau à *Rhynchonella varians*), est identique avec les échantillons de la Sorbonne. Plus tard, arrivé dans l'ancienne Moselle, je ne tardai pas à voir que les horizons du Bathonien supérieur de Toul s'y retrouvent peu modifiés, et je fus forcé de reconnaître qu'il m'était à peu près impossible de distinguer mes échantillons d'*Amm. procerus*, déterminés d'après la description de Schlœnbach, de ceux de l'*Amm. quercinus*, Terquem et Jourdy (2); je crois que cette dernière espèce ne peut tout au plus être qu'une variété bien peu distincte de la précédente; d'autant plus que MM. Terquem et Jourdy dans leur synonymie, ne parlent pas de l' *Amm. procerus*, mais de l'*arbustigerus*, qui, en effet, forme avec les précédentes un groupe d'espèces voisines.

Quoiqu'il en soit, notre Bathonien supérieur représente bien la 3^e zone de MM. Terquem et Jourdy (zone à *Amm. procerus* ou *quercinus*, comme on voudra).

De Colombey à Toul on trouve un grand nombre de coupes partielles du Bathonien supérieur.

Citons-en seulement quelques unes. A Colombey, la nouvelle ligne ferrée de Toul à Mirecourt, donne les niveaux supérieurs dans une tranchée près du village (*tranchée de Moncel*). J'ai relevé là les couches suivantes :

---

(1) Schlœnbach : *Beitræge zur Palæontogie der Jura-und-Kreide formation in norwestlichen Deutschland.* (Paléontographica t. 13.)

(2) Terquem et Jourdy : *Monographie du Bathonien de la Moselle. Mém. Soc. Géol. de Fr.*, t. IX, 2^e série.

Calcaires gréseux jaunâtres et lits de marnes sableuses avec *Amm. Backeriæ?* Sow., *Goniomya* aff. *sulcata*, Agassiz	1,50
Calcaires très marneux jaunâtres avec *Gresslya peregrina* et *Nautilus giganteus*, d'Orb.	2,50
Marnes gris-bleuâtre feuilletées, sans fossiles	3,50
Banc d'ovoïdes d'un calcaire bleuâtre argileux	0,80
Lits alternatifs de marnes bleuâtres et de calcaire noduleux avec abondance d'*Cstrea Knorri*, plus *Gervillia aviculoides*, *Terebratula intermedia*, *Terebratula* cf. *maxillata* et quelques *Lyonsia peregrina* à la partie supérieure.	2,50
	10,50

Là on ne trouve pas une seule *Ostrea Knorri* dans le niveau supérieur. La tuilerie de Colombey entame les niveaux à *Waldheimia ornithocephala* et à *Rhynchonella varians*, celui-ci contenant *Gervillia aviculoides*, *Rhynchonella concinna*, *R. badensis*, *Hemithyris spinosa*, *Waldheimia lagenalis* et *Montlivaultia Delabechii*, Edw. et H.

De Barisey-la-Côte à Toul, les argiles oxfordiennes couronnent une série de collines (*Bagneux*, *Crézilles*, *Gye*, *Tillot*) aux cotes 274, 275 etc., dont les flancs sont formés par les calcaires calloviens avec *Amm. macrocephalus*, *A. Jason*, *A. Duncani*, *A. anceps*, *Nautilus hexagonus*, *Waldheimia obovata*, *Terebratula Sæmanni* etc., puis au-dessous le niveau à *Gresslya peregrina* dont l'espèce est parfois très abondante (voie romaine près Bagneux) et à la base l'*Ostrea Knorri*.

Au fort de Dommartin-les-Toul, les fossés coupent les argiles oxfordiennes avec *Belemnites hastatus*, *Ammonites Jason ;* au-dessous les calcaires marneux calloviens avec *Ammonites tumidus*, *A macrocephalus*, *A. calloviensis*, *Pholadomya decussata* Ag., *Waldheimia obovata*. Lesfossés du fort de Villey-le-Sec, donnent la coupe suivante :

Marnes à *Rhynchonella varians*, avec *Amm. procerus*, *Ostrea acuminata*, *Rhynchonella concinna*, *Hemithyris spinosa*, *Terebratula* cf. *bicanaliculata*.
Marnes à *Waldheimia ornithocephala* avec *Rhynchonella varians* et *Ostrea Knorri*.
Caillasses à *Anabacia orbulites*.

Au Nord de Toul, le Callovien réduit à sa zone inférieure, et déjà bien aminci va disparaître peut-être recouvert par les glissement des argiles oxfordiennes.

Le Bathonien supérieur ne se modifie pas ; seul le *Waldheimia lage nalis* devient abondant et tend à s'isoler de la *Rhynchonella varians* pou former un niveau séparé, composé de calcaires plus ou moins mar neux ressemblant à s'y méprendre aux calcaires calloviens, ce qu explique une confusion de M. Braconnier dont je parlerai plu loin (1). On sait que pour bien des auteurs, les *Waldheimia ornithocephala* et *lagenalis* offrent bien des formes de passage qui rendent la limite de ces espéces impossible à déterminer. Il est donc intéressant de voir qu'ici le *Waldheimia lagenalis* forme un niveau qui repose immédiatement sur le niveau à *Waldheimia ornithocephala*, dont la première espèce n'est probablement que la transformation. Ainsi à Avrainville, des deux côtés du Terrouin, on trouve à la base l'horizon à *Anabacia;* puis un peu plus haut des marnes et calcaires avec *Waldheimia lagenalis* et quelques *Rhynchonella concinna* et *varians ;* au sommet on trouve abondamment la *Rhynchonella varians* avec *Terebratula* cf. *bicanaliculata.*

Ici nous entrons tout à fait dans la vaste plaine argileuse de la *Woëvre* formée des argiles oxfordiennes et bathoniennes. La surface y est peu accidentée; les coupes y manquent complètement grâce à la docilité avec laquelle les routes suivent les pentes, de plus la plaine se couvre de vastes forêts et d'étangs; aussi la géologie y est-elle difficile; cependant on trouve de distance en distance des coupes partielles.

Comme je l'ai annoncé le Callovien se perd; les faibles lambeaux que j'en ai trouvés paraissaient même plus ou moins remaniés. Ainsi la route de Richecourt à Montsec coupe sur une profondeur d'un mètre une petite colline ; on trouve d'abord des calcaires marneux très fissiles (*à Gresslya peregrina*?) puis 1 mètre à 1^{m}50 de calcaires argileux jaunes avec oolithes ferrugineuses contenant *Amm. macrocephalus* et *Amm.* cf. *Bakeriæ;* plus loin les argiles oxfordiennes. De même sur la route de Woël à Jonville on trouve à la descente d'une colline (près du bois de la Haute-Voye), des argiles oxfordiennes à *Trigonia monilifera* et *clavellata*, puis en dessous un lit à oolithes ferrugineuses avec *Ammonites calloviensis?* d'Orbigny. Mais on ne peut discerner aucune couche régulière.

Nous arrivons à l'ancien département de la Moselle. MM. Terquem et Jourdy (2) ont établi quatre zônes dans le Bathonien :

Oxfordien		Marnes noires à *Trigonia clavellata.*
		Marnes noires sans fossiles.
Bathonien	4^{e} zone	Calcaires oolithiques miliaires d'Etain ;
		Calcaires terreux bruns de Rouvres.
	3^{e} zone à *Amm. quercinus.*	Marnes à *Ostrea Knorri* de Rouvres.
		Marnes et calcaires sableux de Conflans.
	2^{e} zone à *Amm. Parkinsoni.*	Marnes noires à *Ostrea Knorri* de Friauville.
		Calcaires terreux et marnes du Jarnisy.
		Marnes de Gravelotte.

---

(1) Braconnier. *Description des terrains du département de Meurthe-et-Moselle.*

(2) Terquem et Jourdy, *Loc. cit.*

M. Douvillé (1), n'ayant pu, dit-il, étudier sur place, le parallélisme de ses divisions, avec celles indiquées ci-dessus, cite l'opinion de M. Levallois qui avait fait la carte du département de la Meurthe. Celui-ci voit dans la première et la deuxième zones tout le Bathonien, la troisième et la quatrième n'étant qu'une superfétation de la deuxième, c'est-à-dire celle-ci prise à l'Ouest. C'est en effet une idée qui vient à l'esprit lorsqu'on voit la deuxième et la troisième zones couronnées chacune par un niveau à *Ostrea Knorri.* J'ai donc étudié spécialement la question et je dois avouer qu'il est pour moi de toute certitude que les marnes à *O. Knorri* de Rouvres et de Friauville ne sont pas synchroniques.

Tout d'abord, M. Levallois regarde comme équivalents de son *Cornbrash* (horizon à *Anabacia orbulites*) les calcaires terreux bruns de Rouvres ; loin de là, c'est la partie supérieure de la division *Calcaires et marnes du Jarnisy* de la deuxième zone. J'ai suivi depuis Colombey jusqu'à Longuyon, c'est-à-dire sur une longueur de 120 kilomètres, les caillasses à *Anabacia orbulites ;* cet excellent repère ne varie en rien, pas plus dans son caractère pétrographique très net que dans ses fossiles abondants qui sont toujours *Anabacia orbulites, Pecten vagans* et *Avicula echinata.*

A Friauville même, on le trouve à la sortie du village et sur les bords de l'Yron (*route de Conflans, lieux cités par par M. Terquem*) ; au-dessus on trouve immédiatement les marnes à *Ostrea Knorri* de Friauville ; plus haut des calcaires jaunâtres et lits marneux avec abondance de *Waldheimia lagenalis*, plus *Rhynchonella Badensis*, *Montlivaultia Delabechii,* Edwards et H.

La ligne ferrée de Conflans à Longuyon donne d'excellentes coupes du Bathonien supérieur.

Près de Conflans à la bifurcation des lignes de Verdun et de Longuyon, une tranchée de six mètres donne la coupe suivante :

Rocailles calcaires oolithiques avec *Anabacia orbulites*.	0,50
Rocailles plus oolithiques sans fossiles.	1,00
Bancs calcaires et marnes rocailleuses avec *Ostrea acuminata*.	2,50
Marnes brunes rocailleuses avec nombreuses *Terebratula intermedia?* et *Avicula echinata*.	2,50

La seule différence avec la région touloise est, on le voit, dans ce que l'horizon à *Anabacia*, au lieu de reposer sur des calcaires repose sur des marnes calcaires. Plus loin la voie ferrée (ligne de Longuyon) montant avec une pente de $\frac{7}{1000}$ coupe plusieurs fois les rocailles à *Anabacia* et son niveau atteint leur partie supérieure ; à quelques cents mètres plus loin (cote plus élevée de $4^{m},50$), elle coupe 8 à 10 mètres d'argiles noires avec abondance d'*Ostrea acuminata*, plus *Waldheimia ornithocephala* et *Avicula* aff. *Munsteri;* un puits situé à quelques mètres a extrait des argiles contenant l'*Ostrea Knorri*, mais sans atteindre la couche à *Anabacia* (sa profondeur est de $3^{m},50$ à 4^{m}) ; il donne donc la base de la tranchée. En montant au sommet de la colline, on trouve des calcaires et marnes jaunâtres, avec *Amm. procerus*, *Montlivaultia trochoides*, Edwards et H. *Gervillia aviculoides*, et surtout *Waldheimia lagenalis.* Si nous reprenons la ligne ferrée, à partir de la tranchée, on rencontre 800 mètres plus loin (la cote s'élevant de 6^{m}), une nouvelle tranchée donnant à la base la partie supérieure de la précédente (argiles à *Ostrea acuminata*), puis, au-dessus, 3 ou 4 mètres de marnes rocailleuses avec *Rhynchonella Badensis* et *concinna*; tout près de là, une nouvelle tranchée en face d'Abbeville donne :

---

(1) Douvillé. *Loc. cit.*

Bancs de calcaire argileux de $0^{m},40$ avec marnes rocailleuses contenant *Amm. quercinus*, Terq. et J., *Waldheimia lagenalis* abondant, *Rhynchonella concinna et Badensis*	2,00
Marnes noires avec *Waldheimia ornithocephala et Ostrea acuminata* .	3,00
	5,00

La partie supérieure représente donc bien les marnes et calcaires de Conflans, base de la troisième zone de MM. Terquem et Jourdy, et nous voyons donc leur *superposition directe* aux marnes à *Ostrea Knorri* de Friauville. Ces marnes à *Ostrea Knorri* de Friauville comprises entre l'horizon à *Waldheimia lagenalis* (marnes de Conflans) et l'horizon à *Anabacia orbulites* qui est ici à une cote inférieure de 15 mètres, sont donc sans contredit le prolongement du niveau à *Waldheimia ornithocephala*, fossile qui s'y trouve assez abondamment, ce qui ne l'empêche pas de se plaire tout aussi bien ici dans l'horizon à *Anabacia* et même au-dessous, ce que nous ne voyions pas à Toul. Le niveau à *Waldheimia ornithocephala* se divise donc ici en deux sous-niveaux : l'inférieur contenant abondamment l'*Ostrea Knorri* (4 à 5 mètres); le supérieur l'*Ostrea acuminata* (8 à 10 mètres).

Nous avons pu vérifier la superposition précédente sur le flanc de toutes les collines environnant Conflans, Friauville, Abbéville ; leur base est toujours formée par les caillasses à *Anabacia* (calc. du Jarnisy), leur partie supérieure par les calcaires à *Waldheimia lagenalis* (marnes de Conflans, pars.).

Nous retrouverons la suite complète des couches (jusqu'aux marnes à *Ostrea Knorri* de Rouvres) à l'autre extrémité de la même ligne près de Longuyon (1); l'hypothèse de M. Levallois citée plus haut, est donc inexacte, car s'il y avait deux failles parallèles, comme il le supposait, ces deux failles seraient sinueuses et contourneraient toutes les collines, ce qui serait inadmissible, quand bien même je n'aurais pas vu la superposition directe. Je dois ajouter cependant que, pour les raisons que j'ai données plus haut, il faut tracer la limite du Bathonien supérieur et du Bathonien moyen entre les horizons à *Anabacia* et à *Waldheimia ornithocephala*, et ranger les marnes à *Ostrea Knorri* de Friauville, dans la troisième zone et non dans la deuxième ; cette espèce fossile caractérisant ainsi tout le Bathonien supérieur (1). Au delà d'Abbéville on rencontre encore une tranchée dans les calcaires et marnes à *Waldheimia lagenalis;* plus loin, la voie montant avec une pente de $\frac{75}{10000}$ rencontre alors 2 mètres à 2^{m},50 de marnes rocailleuses avec *Rhynchonella varians* en abondance et *Amm. procerus*, *Gervillia aviculoides*, *Belemnites canaliculatus*, *Trigonia costata?* Le niveau à *Rhynchonella varians* est donc encore isolé du niveau à *Waldheimia lagenalis* qui lui est inférieur.

---

(1) Pour plus de certitude, j'ai dessiné un profil exact de la voie ferrée entre Conflans et Longuyon.

Les mêmes couches se retrouvent dans une grande tranchée située à 30 mètres au-dessus de ces points dans le bois communal, près la station d'Aix-Gondrecourt, et à la descente on retrouve l'horizon à *Anabacia*. Il y a donc probablement là une faille (2).

Enfin, si nous nous transportons à l'extrémité de la ligne, et si nous nous dirigeons de la gare d'Arrancy vers Spincourt, nous retrouvons la même série, mais plus complète. A Arrancy même, la voie coupe les rocailles à *Anabacia* ; puis la voie monte avec une pente de $\frac{6}{1000}$ et entame d'abord 4^{m} 50 à 5 mètres de marnes noires à *Ostrea Knorri*, et quelques *Rhynchonella varians*; 500 mètres plus loin des argiles ne contenant plus *Ostrea Knorri*, mais *Ostrea acuminata* et *Terebratula intermedia ;* en montant toujours on trouve une tranchée en face des Eusantes donnant encore les mêmes couches à *Ostrea acuminata* et beaucoup de *Waldheimia ornithocephala*; près de là une autre tranchée donne de haut en bas :

Bancs calcaires et lits marneux avec *Waldheimia ornithocephala*, *Hemithyris spinosa*, *Terebratula intermedia*, *Gervillia aviculoides*	7,00
Marnes noires rocailleuses avec *Waldheimia ornithocephala*.	3,00

---

(1) Dans la région Touloise, elle descend dans le niveau à *Rhynchonella varians* et je crois en avoir trouvé de rares échantillons jusque dans le niveau à *Waldheimia ornithocephala.*

(2) Car les couches, grâce à la direction, sont presque rigoureusement horizontales.

Enfin au sommet de la rampe, sous le bois Deffoy, on rencontre la coupe suivante sur une longueur de 500 mètres :

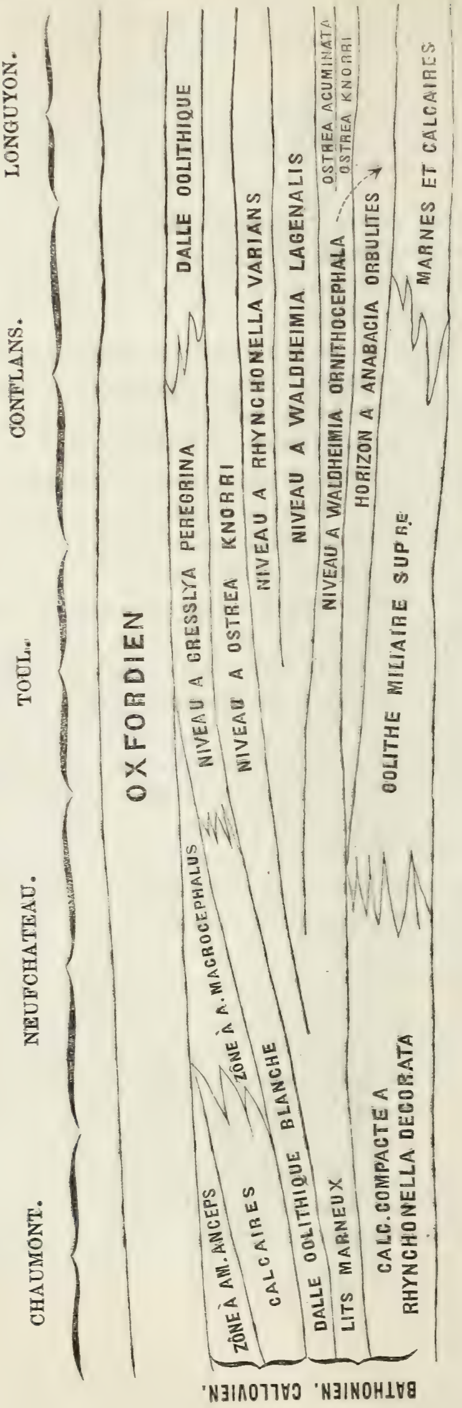
Argiles noires rocailleuses pétries d'*Ostrea Knorri*.	5,00
Lits de calcaires terreux très délitables et argiles rocailleuses avec *Rhynchonella varians* abondante, *Rhynchonella concinna, Terebatula intermedia*	5 à 7,00

Dans cette rampe, la voie a donc entamé les marnes du Jarnisy et les marnes de Friauville, dans la deuxième zone de M. Terquem et toute la troisième zone ; là donc encore on voit nettement les deux niveaux à *Ostrea Knorri*.

Pour avoir la partie supérieure du Bathonien, il faut se reporter à l'Ouest, la dénudation l'ayant supprimée ici. Près de Rouvres, on retrouve l'horizon à *Ostrea Knorri* dans le lit du ruisseau du Haut-Pont et jusqu'à mi-côte ; plus haut viennent des calcaires marneux avec *Gresslya* ; c'est le représentant de notre niveau à *Gresslya peregrina ;* plus haut encore on trouve des alternances de calcaires sableux et de marnes sableuses exploités pour la chaux hydraulique, à peu près sans fossiles ; ce sont les *calcaires terreux bruns de Rouvres ;* enfin en arrivant sur le plateau qui s'étend d'Étain au Nord, de chaque côté de la route de Spincourt, on voit les lits marneux disparaître et faire place à des bancs compacts de calcaires à oolithes miliaires activement exploités, dont la partie supérieure se divise en plaquettes sonores ; ce sont les *calcaires à oolithes miliaires d'Étain* de M. Terquem ; c'est aussi la réapparition de la dalle nacrée de M. Douvillé, notre *Dalle oolithique blanche*. Le faciès calcaire terminant le Bathonien que nous avions vu à Chaumont, Liffol, Neufchâteau, Ruppes, remplace donc encore une fois le faciès marneux de Toul. La seule différence, c'est que dans la Moselle, le Bathonien supérieur est beaucoup plus puissant et compte jusqu'à six niveaux fossilifères distincts ; tandis que vers Toul et au Sud, ces couches vont en s'amincissant et les niveaux en se confondant à tel point qu'à Neufchâteau déjà, on ne distingue plus que quelques parties marneuses fossilifères, à la base des calcaires identiques à ceux d'Étain.

Je n'ai pu poursuivre ces couches au Nord jusqu'à la réapparition de la *Rhynchonella decorata* que j'ai perdue depuis si longtemps ; mais c'est ce que je compte faire. Quant au Callovien, plus de traces ; le plateau de la Dalle oolithique va en s'abaissant jusque dans des prairies et bois où l'on ne peut voir de contact, mais où l'on trouve des argiles oxfordiennes à *Trigonia monilifera* et *clavellata*.

DIAGRAMME DES COUCHES


CHAUMONT.
NEUFCHATEAU.
TOUL.
CONFLANS.
LONGUYON.
OXFORDIEN
ZÔNE À AM. ANCEPS
ZÔNE À A. MACROCEPHALUS
NIVEAU A GRESSLYA PEREGRINA
DALLE OOLITHIQUE
CALCAIRES
NIVEAU A OSTREA KNORRI
DALLE OOLITHIQUE BLANCHE
NIVEAU A RHYNCHONELLA VARIANS
NIVEAU A WALDHEIMIA LAGENALIS
LITS MARNEUX
NIVEAU A WALDHEIMIA ORNITHOCEPHALA
OSTREA ACUMINATA
OSTREA KNORRI
HORIZON A ANABACIA ORBULITES
CALC. COMPACTE A RHYNCHONELLA DECORATA
OOLITHE MILIAIRE SUPRE
MARNES ET CALCAIRES
BATHONIEN.
CALLOVIEN.

Le tableau suivant (p. 276) donne le synchronisme des divisions adoptées par les auteurs dont j'ai parlé : MM. Tombeck et Royer pour la Haute-Marne ; Husson, Levallois, Douvillé pour la région Touloise : Terquem et Jourdy pour la Moselle. Je parlerai encore de MM. Buvignier et Braconnier. Ce dernier (1) a établi l'étage T, qu'il intitule : *argiles et calcaires de Francheville et d'Ozerailles,* et qu'il indique comme *Bathonien supérieur et Kellovien* (1^{re} partie de l'oolithe moyenne). Pour lui cet étage T est très simple ; à la base une assise argileuse de 9 à 11 mètres avec *Ostrea acuminata, Ostrea Knorri, Terebratula spinosa, Terebratula varians ;* au-dessus, 3 mètres de calcaires plus ou moins sableux (calcaires kelloviens) avec *Ammonites macrocephalus, A. Bakeriœ, Terebratula lagenalis* et *pala.* M. Braconnier cite ces calcaires à Xonville, Villey-le-Sec, Villey-Saint-Etienne, Bouvron. Dans aucune de ces localités, il n'y a de Callovien ; on n'y trouve que les calcaires à *Rhynchonella varians* ou à *Waldheimia lagenalis*, qui, à la vérité, ressemblent parfois à s'y méprendre aux vrais calcaires calloviens, et recèlent même souvent des oolithes ferrugineuses. M. Braconnier a donc confondu l'horizon à *Waldheimia lagenalis* et le Callovien, ce qui explique comment ce brachiopode est cité avec *Amm. macrocephalus*, etc.

En réalité, ces niveaux sont toujours distants au moins de 5 à 8 mètres et même plus, puisque le Bathonien supérieur, qui a en moyenne 15 mètres dans la région Touloise, dépasse probablement 30 à 40 mètres au Nord.

Dans le département de la Meuse (2), M. Buvignier a établi les divisions suivantes au-dessous des argiles inférieures de la Woëvre (base de l'Oxfordien).

Calcaires gris oolithiques.
Marnes bradfordiennes.
Oolithe inférieure.

MM. Terquem et Jourdy (3) comparant leurs divisions aux précédentes, regardent les marnes bradfordiennes de M. Buvignier comme parallèles à leurs *marnes de Gravelotte ;* je crois qu'elles correspondent plutôt partiellement ou totalement à leur troisième zone à *Amm. quercinus* et à une partie de la deuxième zone *(Calcaires du Jarnisy,* pars*).* En effet, M. Buvignier y cite les calcaires hydrauliques de Rouvres, et comme fossiles *Anabacia orbulites (Fungia),*

---

(1) Braconnier, 1879. *Description des terrains du département de Meurthe-et-Moselle.*

(2) Buvignier. *Statistique géologique du département de la Meuse.*

(3) Terquem et Jourdy, *loc. cit.*

Rhynchonella, varians Ammonites arbustigerus ; cette dernière, indiquée à Buzy, est probablement l'*Amm. procerus* ou *quercinus ;* de plus il place dans cette assise les *cailloux siliceux d'Arrancy,* qui, en effet, se trouvent à peu près au niveau à *Rhynchonella varians.* Quant à l'*Anabacia orbulites,* M. Terquem le cite dans la troisième zone; je ne l'y ai jamais trouvé. Je crois cependant pouvoir affirmer qu'à Toul, ce polypier reste cantonné dans son horizon, et j'ai déjà dit que les rocailles à *Anabacia* restent identiques en tous points jusqu'à Longuyon.

Quant aux *calcaires gris oolithiques* de M. Buvignier, M. Terquem les regarde comme « les calcaires du Jarnisy et les calcaires blancs, sans fossiles qui les supportent ». Je crois que ce sont plutôt les *calcaires oolithiques miliaires d'Étain* ou la *Dalle oolithique,* car M. Buvignier les cite près d'Étain, où il y a en effet de nombreuses carrières qui sont loin des calcaires du Jarnisy ; cet auteur parle de leur tendance à se diviser en plaquettes, mais ne donne aucune liste de fossiles, ce qui est difficile en effet, et enfin cite *leur disparition au Sud d'Étain*, ce qui arrive pour la *Dalle oolithique* et non pour les calcaires du Jarnisy.

Je parlerai encore de deux brochures sur le Bathonien pour montrer le danger de faire des tableaux synchroniques sans études sur place.

M. Martin (1) prétend que dans la Moselle il n'y a que du *Bathonien inférieur*, le moyen et le supérieur manquant. Cependant je crois que les *Ostrea Knorri, Rhynchonella varians, Waldheimia lagenalis* ne sont pas du Bathonien inférieur. Est-ce la parenté des *Ammonites arbustigerus,* d'O., et *Ammonites quercinus*, Terq. et J. qui a motivé pour M. Martin leur parallélisme dans son tableau? C'est probable ; mais en tous cas, je crois que le tableau de synchronisme que je donne et qui me semble de toute certitude, puisque je n'y fais figurer que des couches que j'ai suivies pas à pas, montre à première vue que la zone à *Amm. quercinus* de M. Terquem, est au-dessus et non au-dessous du prolongement des couches à *Rhynchonella decorata* qui forment sa sixième division et sont surmontées, à Chaumont comme dans la Côte-d'Or par des couches à *Rhynchonella Morieri* (ou *major* de quelques auteurs) et à *Waldheimia cardium.*

L'autre tableau est de M. Steinmann (2). Là, les marnes noires à

---

(1) Martin. *Description du Bathonien de la Côte-d'Or* (Académie des Sciences et Lettres de Dijon, t. V, 1878).

(2) Steinmann : Zür Kentniss des « Vesulians » in südwestlichen Deutschland (1880).

<table>
<tr><th rowspan="2">ÉTAGES</th><th colspan="5">DIVISIONS ADOPTÉES</th><th colspan="2">TERQUEM ET JOURDY</th><th>BUVIGNIER</th><th colspan="2">M. DOUVILLÉ</th><th>M. HUSSON</th><th>BRACONNIER</th><th>LEVALLOIS</th><th>TOMBECK ET ROYER</th></tr>
<tr><th>HAUTE-MARNE</th><th>LIFFOL</th><th colspan="2">TOUL</th><th>MOSELLE ET MEUSE</th><th colspan="2">MOSELLE</th><th>MEUSE</th><th>TOUL</th><th>NEUFCHATEAU</th><th>TOUL</th><th>MEURTHE-et-MOSELLE</th><th>MEURTHE</th><th>HAUTE-MARNE</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OXFORDIEN</td><td colspan="4" rowspan="2">Zone à <i>Amm. Renggeri</i> (<i>crenatus</i> d'O) (ou marnes à Amm. pyritisées).</td><td rowspan="2">Argiles à <i>Trigonia clavellata.</i></td><td colspan="2">Marnes à <i>Tr. clavellata.</i></td><td rowspan="2">Argiles inférieures de la Woëvre (callovien).</td><td colspan="2" rowspan="2">Marnes à <i>Belemn. hastatus.</i></td><td rowspan="3">Marnes à Gryphées dilatées.</td><td rowspan="2">Étage U Argiles de Choloy (Oxfordien).</td><td rowspan="2">Oxford clay</td><td rowspan="2">Argiles à Ammonites pyritisées.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Marnes sans fossiles.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">CALLOVIEN</td><td colspan="2">Zone à <i>Amm. athleta.</i></td><td colspan="2">Manque.</td><td>Manque.</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="11">Étage T, argiles et calcaires de Francheville et Ozerailles (Bathonien supérieur et Kellovien).</td><td></td><td>Calcaires fissiles à <i>A. Lamberti</i> et <i>A. athleta.</i></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Zone à <i>Amm. anceps.</i></td><td colspan="2" rowspan="2">Manque.</td><td rowspan="2">Manque.</td><td colspan="2" rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Minerai de fer. à <i>A. anceps.</i></td><td rowspan="2">Oxfordien.</td><td rowspan="2"></td><td>Zone à <i>A. Bakeriæ</i> et <i>Jason.</i></td></tr>
<tr><td>Zone à <i>A. anceps</i> et <i>coronatus.</i></td></tr>
<tr><td>Dalle nacrée?</td><td colspan="3">Zone à <i>Amm. macrocephalus.</i></td><td>Manque.</td><td>Calcaire marneux de Dommartin.</td><td>Calc. marneux de Liffol-le-Petit.</td><td></td><td></td><td>Zone à <i>Amm. macrocephalus.</i></td></tr>
<tr><td rowspan="7">BATHONIEN supérieur</td><td colspan="2" rowspan="2">Dalle oolithique blanche.</td><td rowspan="7">Zone à <i>Ammonites procerus.</i></td><td rowspan="2">Hor. à <i>Gresslya peregrina.</i></td><td rowspan="2">Dalle oolithique blanche.</td><td>Calc. oolith. miliaire d'Étain.</td><td rowspan="2">4e zone.</td><td rowspan="2">Calcaires gris oolithiques.</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Dalle nacrée.</td><td rowspan="7">Marnes à <i>Ostrea costata.</i> (Oxford.)</td><td rowspan="7">Callovien à <i>Ostrea Knorri.</i></td><td rowspan="7">Cornbrash à <i>Terebr. cardium</i> <i>Avicula. Braamburiensis</i>, etc.</td></tr>
<tr><td>Calc. terreux de Rouvres.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Calcaires et marnes à <i>Waldh. cardium.</i></td><td rowspan="5">Marnes et calcaires à <i>Amm. procerus</i></td><td colspan="2">Hor. à <i>Ostrea Knorri.</i></td><td>Marnes à <i>O. Knorri</i> de Rouvres.</td><td rowspan="3">3e zone à <i>Amm. quercinus.</i></td><td rowspan="5">Marnes bradfordiennes.</td><td>Marnes à <i>O. Knorri.</i></td><td rowspan="5">Calcaires en plaquettes à <i>Ostrea Knorri</i>, etc.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hor. à <i>Rhynch. varians.</i></td><td>Niv. à <i>Rh. varians.</i></td><td rowspan="2">Marnes et calcaires de Conflans.</td><td rowspan="2">Marnes à <i>Rh. varians.</i></td></tr>
<tr><td>Niv. à <i>W. lagenalis.</i></td></tr>
<tr><td rowspan="2">N. à <i>W. ornithocephala.</i></td><td><i>O. acuminata.</i></td><td rowspan="2">Marnes à <i>O. Knorri</i> de Friauville.</td><td rowspan="4">2e zone.</td><td rowspan="2">Marnes à <i>W. ornithocephala.</i></td></tr>
<tr><td><i>O. Knorri.</i></td></tr>
<tr><td rowspan="2">BATHONIEN moyen</td><td colspan="2" rowspan="2">Calcaire compact à <i>Rhynch. decorata.</i></td><td colspan="3">Horizon à <i>Anabacia orbulites.</i></td><td rowspan="2">Marnes et calcaires du Jarnisy.</td><td rowspan="2"></td><td>H. à <i>An. orbulites.</i></td><td rowspan="2">Calcaire compact.</td><td rowspan="2">Calcaires à oolithes difformes, etc.</td><td rowspan="2">Etage S. Calc. de Villoy. Saint-Etienne.</td><td rowspan="2">Cornbrash.</td><td rowspan="2">Forest-marble à <i>Rhynchonella decorata.</i></td></tr>
<tr><td colspan="3">Oolithe miliaire.</td><td>Calc. à polypiers.</td></tr>
</table>

Ostrea Knorri de Friauville (niveau à *Waldheimia ornithocephala*) sont indiquées comme parallèles aux Caillasses à *Anabacia orbulites*. J'ai vu directement leur superposition ; enfin la partie supérieure de la troisième zone de M. Terquem serait synchronique du *Callovien inférieur* de M. Douvillé ; je n'admets pas plus ce parallélisme, étant persuadé que la Dalle nacrée de M. Douvillé qui supporte sans aucun doute le *Callovien* est la même chose que les *calcaires d'Étain*.

M. le professeur Hébert, dont les travaux sur le bassin de Paris feront toujours loi, établit (1) que la limite de la grande oolithe et de l'Oxford-clay « *coïncide avec une dénudation de la grande oolithe et l'existence habituelle d'une zone de trous de coquilles perforantes, qui marque dans tout le pourtour, du bassin l'ancien rivage des mers oxfordiennes,* etc. »

Ces faits cités par M. Hébert, surtout à Barbaise et à Stenay, sur le bord oriental du bassin, sont donc pleinement confirmés par mes observations au Sud de ces points ; presque partout, en effet, on voit distinctement une zone corrodée à la partie supérieure du Bathonien. Comme lui, je pense donc qu'il y a eu généralement un temps d'arrêt dans la sédimentation, temps qui a précédé l'exhaussement du bassin, et que la base de l'Oxford-clay (y compris le *Kelloway-rock*) est assez variable à cause de l'irrégularité du fond des mers callovienne et oxfordienne.

Comme on le voit, les données précédentes sont à peu près purement stratigraphiques ; je compte donner prochainement des listes complètes de fossiles, en même temps que les discussions auxquelles me conduira leur étude.

Le Secrétaire communique le travail suivant :

Note sur le **métamorphisme** *des calcaires jurassiques au voisinage des* **gisements sidérolithiques**,

par M. **A. de Grossouvre.**

On a depuis longtemps signalé la subordination des gisements de minerai en grains de l'époque tertiaire aux roches calcaires : ce fait se vérifie pour les gisements du Berry. Ceux-ci se rattachent à des nappes d'argiles et de sables éruptifs qui commencent au Nord, au pied des falaises crétacées, s'étendent vers le Sud indifféremment sur toutes les tranches des terrains stratifiés et débordent même sur les roches primitives du plateau central où elles remontent dans la vallée du Cher, jusqu'au delà de Montluçon, dans la vallée de la Creuse jusque vers Gouzon où elles constituent la petite plaine dite de Gouzon, et dans la vallée de la Vienne jusqu'aux environs de Limoges : le fer, il est vrai, se trouve disséminé dans toute cette formation où sa présence se révèle par les teintes rouges dont il marbre les roches sidérolithiques, mais il ne forme des gisements exploitables qu'exclusivement sur les bancs calcaires de l'Oolithe et du Lias. Il est même à remarquer que les dépôts les plus nombreux, les plus puissants et les plus riches se trouvent associés aux assises de calcaires lithographiques du Corallien et de l'Astartien ; et c'est là un fait qu'il est facile d'expliquer : car, si les minerais en grains sont un dépôt d'eaux minérales, il est bien évident que ce sont les roches les plus fissurées qui ont dû livrer le passage le plus aisé à ces eaux ; or c'est précisément le cas pour les calcaires lithographiques qui se présentent en lits peu épais et sont divisés, d'une manière remarquablement régulière, en petits parallélipipèdes, par deux systèmes de joints verticaux rectangulaires, dont l'un par sa direction se rapporte très exactement aux failles de Sancerre.

---

(1) Hébert : *Mers anciennes dans le bassin de Paris*. 1857, p. 41 et 42.

Le travail chimique des eaux minérales a donc été facilité par cet état fissuré des calcaires, mais il est bien évident aussi que leur action n'a pas dû se localiser uniquement dans les fissures dont l'élargissement devait produire les poches de minerai et qu'elles ont dû circuler dans les fissures voisines et y exercer leur influence.

L'examen des calcaires qui encaissent les amas de minerai prouve en effet que ceux-ci, en dehors des corrosions qu'ils ont subies, ont encore éprouvé des altérations dans leur structure et dans leur texture, qui souvent ont été assez profondes pour les rendre complètement méconnaissables. Aussi, on voit fréquemment les amas de minerai encaissés dans des calcaires massifs, durs, compacts, saccharoïdes, ou dans des marnes farineuses cristallines, qui ne présentent aucune trace de stratification et contiennent, disséminés dans leur masse, des noyaux de calcaire jurassique de forme ovoïde, de sorte qu'ils présentent au premier abord l'apparence d'un poudingue.

Un examen plus attentif permet de reconnaître que ce poudingue à pâte cristalline passe latéralement au calcaire jurassique, car on observe que les noyaux de ce dernier, d'abord très rares au voisinage de la poche, deviennent de plus en plus nombreux à mesure que l'on s'en éloigne : en même temps, leurs dimensions augmentent et le poudingue finit par faire place aux bancs nettement stratifiés du calcaire jurassique.

On reconnaît ainsi que le poudingue résulte d'une modification et d'une altération du calcaire dont les joints et les fissures se sont élargis et remplis de calcaire cristallin, en même temps que s'arrondissent les masses prismatiques qu'ils découpent dans les bancs du calcaire jurassique, de telle sorte que, à mesure que l'on se rapproche du gisement, les fissures deviennent de plus en plus larges, les dimensions des noyaux jurassiques diminuent de plus en plus et peu à peu ces derniers disparaissent en partie ou s'isolent au milieu du calcaire cristallin.

L'examen des noyaux jurassiques isolés au milieu du calcaire altéré, montre qu'ils n'ont pas une surface lisse mais au contraire rugueuse, et hérissée d'une multitude de petites aspérités qui semblent résulter d'une corrosion; en même temps la texture de ces noyaux s'est modifiée; tandis que le calcaire jurassique non altéré a, en général, un grain grossier, une cassure terne et mate, qu'il se délite rapidement à l'air en minces feuillets, le calcaire des noyaux du poudingue a un grain beaucoup plus fin et plus serré, il est plus dur et se brise, sous le choc du marteau, en éclats à large cassure conchoïde et à bords tranchants, comme le font les rognons de silex de la craie : souvent la texture cristalline s'y développe d'une manière plus ou moins accusée par l'apparition de veinules de spath calcaire.

Cette altération des calcaires ne se produit pas seulement au voisinage immédiat des gisements de minerai, on l'observe encore dans toutes les régions métallifères : le poudingue à éléments jurassiques y forme au milieu des bancs du calcaire jurassique, des cheminées verticales, des poches, des filons ou même des amas qui s'étendent parallèlement à la stratification.

Ces phénomènes d'altération s'observent également au voisinage des nappes d'argiles et de sables sidérolithiques, et c'est à cette cause que sont dûs les gisements de marne qui sont exploités dans la Brenne au-dessous des grès sidérolithiques, à leur contact avec les calcaires jurassiques sous-jacents.

En résumé, les phénomènes d'altération qui se sont produits au voisinage du terrain sidérolithique consistent en un durcissement des calcaires de la zone altérée et en un développement plus ou moins prononcé de la texture cristalline qui donne naissance à des calcaires saccharoïdes, à des marnes grumeleuses avec géodes et veinules cristallines ou à des marnes farineuses formées de rhomboèdres microscopiques de carbonate de chaux : ces phénomènes sont évidemment dûs à l'action des eaux minérales, et probablement thermales, qui ont circulé dans les fissures des calcaires jurassiques et ont agi sur eux par imbibition et en quelque sorte par cimentation.

Mais, en même temps que la texture des calcaires jurassiques s'est transformée sous l'influence des eaux minérales, leur composition a également subi des modifications produites par l'apport des diverses matières que les eaux tenaient en dissolution : et c'est ainsi que ces calcaires se sont chargés, en proportions variables, de silicate d'alumine, d'oxyde de fer à l'état de peroxyde ou à l'état de carbonate, de manganèse, etc.

Nous citerons comme exemples de ces transformations quelques analyses.

Le calcaire lithographique est en général très pur, il contient 94 95 0/0 de carbonate de chaux, 0,5 0/0 de carbonate de magnésie, et à peine 1,5 0/0 de résidu insoluble.

Analyse d'un échantillon de calcaire lithographique de Saint-Florent :

Silice Alumine	1,30
Chaux	52,40
Magnésie	0,30
Peroxyde de fer	0,20
Perte par calcination	45,50
(Acide carbonique 41,51)	

Fréquemment l'influence des eaux ne s'est fait sentir que par une modification de la texture, sans aucun changement dans la composition, ainsi que le montrent les analyses de deux échantillons de marnes farineuses provenant du bassin de la Chapelle Saint-Ursin, analyses presque identiques à celle qui précède : au microscope, on a reconnu que ces marnes étaient formées de petits rhomboèdres de calcite.

Silice Alumine	2,00	1,00
Chaux	54,50	54,30
Magnésie	0,50	1,60
Peroxyde de fer	0,30	0,30
Perte par calcination	42,60	42,60

Le plus souvent le calcaire s'est chargé de silicate d'alumine et d'oxyde de fer ainsi que l'indiquent les analyses suivantes :

Silice	24,00	13	31,60
Alumine	10,00		
Peroxyde de fer	7,00	0,20	7,50
Chaux	20,60	46,60	28,00
Magnésie	»	»	1,00

Le fer est presque toujours à l'état de peroxyde, mais il existe aussi à l'état de carbonate ainsi que le montre l'analyse suivante d'une marne friable où le carbonate de fer se présente en veinules brunes et noirâtres.

Silice	6,00
Alumine	3,30
Peroxyde de fer	15,00
Chaux	38,00
Magnésie	0,30
Perte par calcination	37,00

Une partie du fer dosé dans cet échantillon est à l'état de fer carbonaté. (Bureau d'essai de l'école des Mines, n° 6935.)

Cette analyse présente une certaine importance, car elle montre que c'est l'acide carbonique qui a joué le rôle d'agent minéralisateur et que le fer est arrivé en dissolution à l'état de carbonate et non pas à l'état de sulfure comme l'ont cru quelques géologues.

Un point important à noter dans l'étude du terrain éocène supérieur du Berry, c'est qu'il existe entre le calcaire jurassique altéré et le calcaire lacustre une analogie telle que souvent la distinction est, pour ainsi dire, impossible d'après les seuls caractères lithologiques, et qu'il faut faire entrer en compte l'examen des conditions de gisement : d'ailleurs, sur tous les points où le calcaire lacustre repose sur les argiles sidérolithiques, la ligne de démarcation est également impossible à saisir : c'est qu'il existe entre les divers termes du terrain sidérolithique des passages graduels qui établissent entre eux une liaison intime et montrent que ces dépôts ont eu lieu sous l'influence des mêmes circonstances.

Séance du 7 Mars 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

A propos de la liste des dons, M. **Bureau** appelle l'attention sur un article contenu dans le Bulletin de la *Société Botanique* et concernant les plantes houillères de la Rhune qui se rattacheraient au terrain houiller supérieur.

M. Ch. **Brongniart** offre à la Société les brochures suivantes :

1° Notice sur quelques poissons des lignites de Ménat;

2° Les Hyménoptères fossiles.

3° Rapport sur l'excursion faite à Gisors et aux environs, les 16 et 17 mai 1880.

M. Pommerol fait la communication suivante :

Age des tufs bitumineux et basaltiques de la Limagne

Par M. le Dr **F. Pommerol.**

La formation géologique sur laquelle nous désirons attirer l'attention est commune dans la Limagne d'Auvergne. On lui a donné le nom de *wacke*, *wackite*, *pépérite*, *pépérino*, *grès*, *tuf basaltique*, *tuf bitumineux*. On en constate la présence en plusieurs localités, notamment à Châteaugay, Ménétrol (puy de Cœur), Lussat (puy des Concolles), Malintrat (puy de la Motte), et sur le territoire de Clermont, où se trouvent les puys de la Poix et de Crouël.

Elle s'étale parfois sur la pente des collines, en longues traînées proéminentes (Châteaugay). Le plus souvent elle forme des éminences, des buttes, des puys de peu d'élévation.

Sa composition est variable. Tantôt c'est un sable fin, quartzeux, granitique (Cœur), tantôt un sable grossier à scories volcaniques (Crouël). D'autres fois, c'est un limon durci, ayant beaucoup d'analogie avec le lœss des plateaux.

Le tuf de Châteaugay renferme de grands fragments de basalte, non roulés, et des calcaires marneux.

Le plus souvent la formation n'est pas stratifiée (Châteaugay); parfois on y observe des couches presque toujours obliques, inclinées et mêmes verticales. Ailleurs, la masse a la consistance du grès et se dispose en couches horizontales.

Les éléments sont peu ou point roulés. On y remarque cependant quelques petits cailloux de quartz et de granite arrondis et uniformément polis.

La formation est injectée de matières bitumineuses suivant des fissures, des lignes de fracture qui se sont produites dans la roche, et qui sont parfois remplies de silice et de carbonate de chaux.

Sa résistance est assez grande. Dans ces tufs, on peut creuser de grandes caves (Châteaugay). On les utilise aussi comme pierre à bâtir (Lussat). Ils ont été fortement altérés, bouleversés par l'action volcanique qui parfois a déterminé l'apparition de laves et de scories (Lussat, Châteaugay), et la sortie de sources chargées de silice, de bitume, de carbonate de chaux, et même de soufre, comme au puy de la Poix.

Ces formations tufacées ne sont pas un produit direct des émanations volcaniques. Ce ne sont pas des coulées boueuses, comme l'a prétendu Lecoq, puisqu'elles sont parfois stratifiées. Il est évident que le plus souvent l'action volcanique ne s'est fait sentir qu'un certain temps après leur dépôt. Ainsi, à Châteaugay, une petite masse de lave s'est fait jour à travers l'épaisseur de la roche, et l'a entièrement bouleversée. Dans le voisinage, à travers le calcaire miocène, est venue sourdre une petite source bitumineuse, dont l'apparition est contemporaine de la petite émission lavique. Cette lave est légère, poreuse et bien différente du basalte compacte, dont une large coulée couronne le sommet de la colline.

Ce terrain paraît être un véritable terrain de transport, ayant une grande ressemblance avec le limon des plateaux et contenant dans le voisinage des hauteurs basaltiques, des blocs erratiques de basalte, et dans la plaine, des fragments à peine roulés de calcaire marneux. Est-il le résultat de l'action glaciaire? C'est probable, mais nous attendrons de nouvelles études avant de nous prononcer d'une manière définitive.

Nous voulons spécialement aborder aujourd'hui une question qui n'a pas été encore résolue d'une manière exacte, celle de l'âge même de la formation. Lecoq la croyait contemporaine de l'époque d'éruption des grandes nappes basaltiques qui surmontent les hautes collines de la Limagne. Un simple examen démontre cependant qu'il ne saurait en être ainsi, puisque les tufs sont parfois étalés sur la pente des collines (Châteaugay), et suivant une très forte inclinaison, tandis que les basaltes reposent au sommet en nappes horizontales. L'érosion avait déjà fortement entamé la formation marneuse tertiaire ; la colline, qui n'existait pas au moment de l'éruption basaltique, avait déjà un relief très accentué, quand les tufs se sont déposés. Les fossiles qui ont été découverts dans ces terrains vont nous permettre d'élucider la question.

Lecoq avait trouvé dans la pépérite de Fontgiève, une molaire d'éléphant qu'il envoya au Muséum de Paris (1). Cette molaire est représentée dans l'ouvrage de Croizet et Jobert, à côté d'une molaire semblable trouvée dans les alluvions anciennes de Malbattu (2). La disposition des lames de l'émail, leur grand écartement indiquent nettement que ces molaires appartiennent à l'*Elephas meridionalis*. Nous avons cherché dans les collections du Muséum la molaire donnée par Lecoq; nous ne l'avons point vue, mais nous avons rencontré celle qui provient de Malbattu, et qui appartient réellement à l'*Elephas meridionalis*. M. Pomel qui a étudié et signalé ces deux molaires (1), les donne aussi comme appartenant à cette espèce d'éléphant.

---

(1) H. Lecoq. *Les Epoques géologiques de l'Auvergne.* Paris, Baillère, 1867, t. III., p, 417.

(2) Croizet et Jobert. *Recherches sur les ossements fossiles du département du Puy-de-Dôme.* Paris Delahaye, in-4°, 1862, p. 126 et pl. X, fig. 1.

M. le docteur Chambige, de Pont-du-Château, a découvert dans la wackite de Malintrat une molaire supérieure de cheval, qu'il s'est empressé de me remettre. Elle appartient à un cheval ordinaire l'*Equus caballus*.

Dans le tuf bitumineux de Pont-du-Château, on rencontre des coquilles d'eau douce que nous n'avons pas déterminées, mais qui semblent être analogues aux coquilles actuelles.

Dans le tuf de Lussat, on rencontre de nombreux fragments de bois fossiles de la classe des Dicotylédones, dans un parfait état de conservation et imprégnés parfois de bitume.

Tels sont les documents paléontologiques que nous possédons sur les formations bitumineuses et tufacées de la Limagne. Quoique rares, ils nous permettront cependant de fixer l'âge de ces terrains.

Disons d'abord qu'ils sont antérieurs à l'époque du Renne. Les tufs de Crouël, en effet, sont situés au sommet de la colline, tandis que les alluvions de la plaine contiennent de nombreux ossements de renne (2).

Ils sont postérieurs à l'épanchement des grands courants basaltiques, puisqu'à Châteaugay, les tufs sont disposés sur le flanc de la colline, en pente très inclinée. La stratigraphie nous apprend donc que la formation bitumineuse de la Limagne est comprise entre l'apparition des basaltes et l'âge du Renne, c'est-à-dire entre la fin du miocène et la fin du quaternaire. Elle est, par conséquent, ou pliocène ou quaternaire ancienne. Les documents paléontologiques vont nous permettre de dater ces terrains avec plus de précision encore.

A l'époque pliocène, le cheval ordinaire n'existait pas. On ne l'a jamais rencontré dans la faune pourtant si riche de Perrier, près d'Issoire; à cette époque vivait une autre espèce d'Équidés, l'*Equus*

---

(1) Pomel. *Catalogue des vertébrés fossiles*. Paris, J. B. Baillière, 1854, p. 74.

(2) F. Pommerol. *Existence de l'homme en Auvergne, à l'époque du Renne*. Comp. rend. Associat. franç., 1876, p. 661.

Stenonis qu'on a trouvé dans le pliocène du volcan du Coupet (1). Le cheval commun ne commence à paraître, qu'avec la faune interglaciaire ou des hauts-niveaux.

Mais voici un fossile très caractéristique et qui, seul, date une époque géologique d'une manière précise : c'est l'*Elephas meridionalis*. Il n'a jamais été rencontré que dans les terrains interglaciaires. Nous pouvons donc affirmer que les tufs basaltiques et bitumineux de la Limagne, appartiennent au début de la période quaternaire. Ils sont contemporains des faunes de Saint-Prest, du Val d'Arno, de Montreuil, de Zurich et de Cromer. Ils ressemblent aux tufs du volcan de Denise qui ont fourni des ossements humains célèbres dans l'histoire de la science. Ces ossements ne datent point de l'époque tertiaire supérieure, comme on l'a cru longtemps, mais du commencement des temps quaternaires.

En assignant une date précise aux pépérites de la Limagne, nous déterminons par cela même, celle des éruptions des substances bitumineuses et des laves qui les accompagnent. Ces manifestations volcaniques, comme nous l'avons démontré au Congrès de Reims, pour la coulée du puy de Gravenoire, se sont produites à l'époque interglaciaire ou des hauts niveaux quaternaires. A Lussat, au puy Crouël, on trouve des scories engagées dans le tuf, prouvant ainsi que les matières volcaniques étaient rejetées au moment même de la formation des tufs, ou peu de temps après.

M. **Douvillé** fait remarquer que l'on a toujours attribué au Pliocène supérieur, les dépôts de l'Astésan et du val d'Arno, caractérisés par la coexistence de l'*Elephas meridionalis* et des *Mastodon Borsoni* et *M. arvernensis*. La faune de Périer à *M. arvernensis* et celle des graviers de Chagny qui présente, avec un tapir et un rhinocéros, l'*Elephas meridionalis* associé au *Mastodon arvernensis*, sont certainement du même âge et appartiennent par suite au Pliocène supérieur. Sans doute il n'existe entre le Pliocène et le Quaternaire qu'une limite toute artificielle, mais il paraît rationnel de la placer à la disparition dans nos contrées du type Mastodonte.

M. **Pommerol** répond :

Il s'agit de s'entendre sur ce que les géologues désignent sous le nom de Pliocène supérieur et de Quaternaire ancien. La faune pliocène de Perrier qui gît dans les sables ponceux ne contient ni le cheval, ni l'*Elephas meridionalis*. Elle est donc antérieure aux tufs bitumineux. Elle est recouverte par les remarquables conglomérats ponceux, ou moraine supérieure de Perrier. Ceux-ci sont à leur tour recouverts par les alluvions à *Elephas meridionalis*. A quel moment devons-nous faire remonter la première apparition des phénomènes quaternaires ? Mon opinion est qu'il faut choisir, pour dater le commencement de cette période, un phénomène géologique remarquable, nouveau, presque universel, l'apparition des glaciers. Le Quaternaire doit commencer avec la période glaciaire et finir avec ses dernières manifestations. Les alluvions des hauts-niveaux avec ossements d'*Elephas meridionalis*, étant comprises entre la première et la seconde époques glaciaires, doivent donc être rangées dans la série des temps quaternaires.

---

(1) A. Gaudry. *Les Enchainements du monde animal*. Paris, Hachette, 1878, p. 128.

M. Bureau fait la communication suivante :

Prémices de la Flore éocène du Bois-Gouët (*Loire-Inférieure*).

par M. **Ed. Bureau.**

Pl. V.

Notre confrère, M. Vasseur, auquel on doit déjà tant de découvertes dans les dépôts tertiaires de l'Ouest, en faisant une fouille dans la belle localité du Bois-Gouët, près de Saffré (Loire-Inférieure), pour reconnaître le contact des terrains éocène et miocène, a rencontré des bancs qui présentent un grand intérêt.

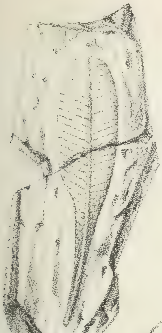
Ils sont formés d'une roche encore mal déterminée, mais dans laquelle entrent certainement des grains de quartz et des paillettes de mica. Elle n'a cependant pas l'aspect d'un grès ou d'un psammite : par sa teinte grise, sa cassure terreuse, sa rudesse au toucher, elle rappelle plutôt certains trachytes ; mais on y reconnaît une stratification évidente et une multitude de très petits fragments de végétaux. On dirait des cendres éruptives agglomérées par les eaux ; cependant aucune trace volcanique n'existe dans toute la contrée.

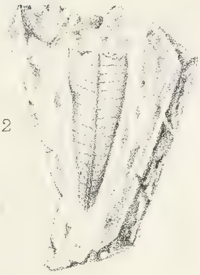
La roche elle-même est donc remarquable, et nous souhaitons qu'une étude approfondie en soit faite prochainement ; mais elle est au moins aussi intéressante par les fossiles qu'elle contient. En effet, au milieu de ces débris de plantes triturées et réduites presque en poudre, se trouvent des feuilles plus ou moins entières, et parfois même d'une très belle conservation.

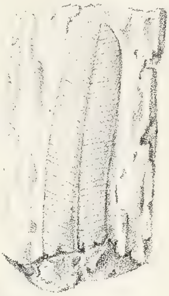
La localité paraît riche ; mais M. Vasseur, dans l'étroite excavation ouverte par lui pour étudier une question de stratigraphie, n'a pu recueillir qu'un très petit nombre de ces empreintes. Il a bien voulu les soumettre à mon examen, et c'est le résultat de cette première étude sur la flore de Saffré que je demande à la Société Géologique

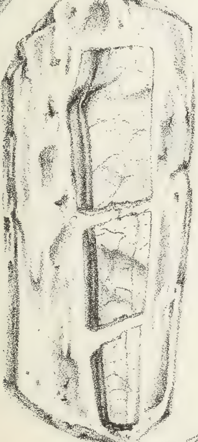
Note de Mr. Ed. Bureau.

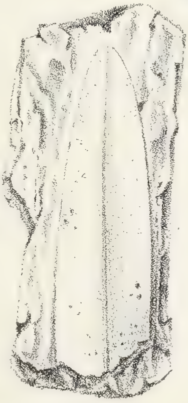
Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, t. IX, Pl. V. Séance du 7 Mars 1881.

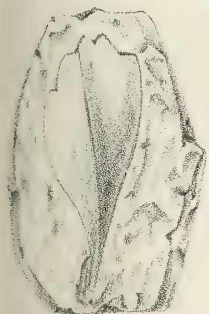

1

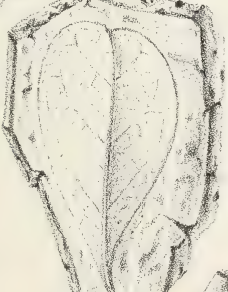

2

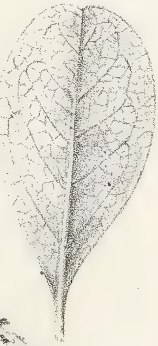

3

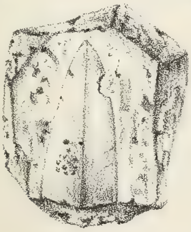

8

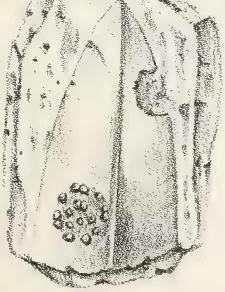

4


5


6


7


9


10

Imp. Becquet Paris.

1_3. Nerium Vasseuri, Ed. Bur.
4. N. – sarthacense, Sap.
5_7. Pittosporum Tobira. Ait.
8. Euphorbiophyllum ?
9_10. Œcidium Nerii, Ed. Bur.

BRITISH MUSEUM G SD NATURAL HISTORY

la permission de lui communiquer. Cette flore s'enrichira certainement beaucoup dès qu'on fera des recherches spéciales pour en rassembler les éléments ; mais, si peu nombreuses que soient les espèces qu'on peut y reconnaître ou y entrevoir aujourd'hui, elle m'a paru dès maintenant digne d'être signalée, en raison, 1° de son niveau parfaitement déterminé, à la partie supérieure du calcaire grossier moyen, et correspondant par conséquent d'une manière exacte à celui de la flore du Trocadéro, à Paris ; 2° de sa situation géographique, qui en fait la plus occidentale des flores éocènes ; 3° de sa composition, qui lui imprime une physionomie bien en rapport avec son niveau géologique, sans que cependant la plupart des espèces puissent être identifiées jusqu'ici avec celles qu'on connaît ailleurs dans le même étage.

Voici l'indication des espèces que j'ai pu distinguer :

NERIUM VASSEURI, *Ed. Bur.*

Pl. V, fig. 1-3.

Foliis firmis, parvis, longe petiolatis, anguste oblongis, apice obtusatis, basin versus attenuatis, cryptarum minutissimarum impressionibus subtus notatis, nervis secundariis parallelis, rectis, parum obliquis vel angulo ferè recto emissis.

Cette espèce, qui me paraît nouvelle, est représentée par plusieurs échantillons : l'un entier, les autres offrant soit la base, soit le sommet de différentes feuilles. La feuille entière n'a que 32 millim. de long, dont 24 pour le limbe et 8 pour le pétiole. Sa largeur est de 7 millim. Elle est donc remarquablement petite, et peut-être même était-elle très petite pour l'espèce ; car les autres fragments indiquent des feuilles notablement plus longues, bien qu'à peine plus larges. Néanmoins je n'ai pas osé les séparer, ne trouvant pas de caractères distinctifs suffisants, et les feuilles, dans les *Nerium* fossiles de même que dans les vivants, pouvant varier dans de certaines limites pour la taille et pour la forme.

Par la configuration générale du limbe, le *N. Vasseuri* se rapproche beaucoup des feuilles étroites du *N. repertum*, Sap., des gypses d'Aix ; mais la longueur du pétiole, qui le range dans un autre groupe, l'en distingue nettement. En effet, comme le *N. parisiense*, Sap., du calcaire grossier, et le *N. sarthacense*, Sap., des grès de la Sarthe, qui appartiennent au même étage, l'espèce de Saffré possède le pétiole allongé qu'on voit dans toutes les espèces de *Nerium* constatées depuis le terrain crétacé supérieur jusqu'à l'éocène moyen inclusivement, et qu'on retrouve encore dans l'espèce indienne actuellement vivante, *N. odorum*, Ait. Au contraire, toutes les espèces trouvées dans l'éocène supérieur et les terrains plus récents ont le pétiole court du laurier-rose ordinaire, *N. oleander*, L., qui croît à notre époque, spontanément dans le midi de l'Europe et en Algérie. Dans le *N. sarthacense*, le limbe est lancéolé, avec le sommet plus ou moins aigu; dans le *N. parisiense* décrit et figuré par M. de Saporta, le limbe est étroit, linéaire et presque aussi obtus à la base qu'au sommet. Le *N. Vasseuri*, avec son limbe oblong, obtus au sommet et atténué à la base, me paraît donc facile à distinguer de ces deux espèces.

NERIUM SARTHACENSE, *Sap.*

Pl. V, fig. 4, 9, 10.

Saporta, *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux,* p. 126, pl. XXXVIII, fig. 2;

Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire,* p. 44, pl. L., fig. 70-73.

Deux feuilles rompues à la base indiquent l'existence d'une seconde espèce de *Nerium*, que je ne puis distinguer du *N. sarthacense*, Sap. Elles sont lancéolées ; l'une est aiguë au sommet, l'autre subaiguë. Le limbe offre des ponctuations bien appréciables ; mais les nervures secondaires, qui sont fines et parallèles, ne sont que très difficilement visibles. C'est seulement avec un éclairage oblique que je suis parvenu à les distinguer sur certains points. On dirait qu'elles étaient masquées par un parenchyme plus épais que dans les autres espèces du genre. Je remarque du reste que dans la plupart des figures du *N. sarthacense* données par M. Crié, les nervures secondaires sont invisibles par places. La moins tronquée des deux feuilles a 4 centimètres de long et en avait probablement 5 lorsqu'elle était entière Sa largeur est de 12 millim. L'autre n'a que 8 millim. de large.

Le *N. sarthacense* n'est connu jusqu'ici que dans les grès de l Sarthe, qui sont, d'après M. Hébert, à peu près de l'âge de ceux d Beauchamp. L'espèce a bien pu exister un peu avant, à l'époque d calcaire grossier.

PITTOSPORUM TOBIRA, *Ait.* EOCENICA.

Pl. V, fig. 5-7.

Folium coriaceum, obovatum, apice obtusissimum, basi attenuatum, limbo in petiolum desinente, margine integerrimum, facie superiore curvum convexum, inferio concavum, undique leve, nervo medio valido, secundariis tenuissimis, parum per picuis, paucis, subarcuato et subsinuato-ascendentibus, arcuatim junctis, breviorib interpositis, reticulo venularum fere obsoleto.

Je ne puis trouver aucune différence notable entre cette feuille e celles du *Pittosporum Tobira*, Ait. de la Chine et du Japon. La ressen blance est complète, surtout si l'on compare l'empreinte aux feuilles de la plante vivante plutôt qu'à celles prises dans l'herbier. Sur les feuilles desséchées, en effet, le parenchyme s'est aminci et les nervures paraissent plus saillantes qu'elles ne le sont sur les feuilles fraîches ; or il est fort probable que c'est à l'état frais, ou du moins avec sa forme et sa consistance habituelles, que cette feuille coriace est tombée dans l'eau et a été promptement recouverte par des sédiments. Il n'est donc pas étonnant que ce soit à la feuille fraîche que le fossile ressemble le plus. Dans ces conditions tout est semblable : la forme, la consistance de la feuille, la courbe de ses faces supérieure et inférieure, la grosseur de la nervure médiane comparée à la finesse des nervures secondaires, et la direction de celles-ci. Ces dernières nervures sont peut-être dans le fossile un peu plus ascendantes et plus flexueuses que dans la plupart des feuilles du *P. Tobira* vivant ; je dis : la plupart ; car on peut assez facilement en cueillir de tout à fait semblables à l'empreinte.

En présence de ce qu'on pourrait appeler cette identité, je n'ai pu faire autrement que de donner à la plante fossile le nom de *Pittosporum Tobira*, Ait. J'ai ajouté l'épithète *eocenica* pour donner à ceux qui y tiendront, la facilité de la considérer comme une variété, et pour calmer les scrupules des géologues qui répugneraient à admettre qu'une forme végétale actuelle ait pu commencer à l'époque éocène. Le fait ne s'est pas encore présenté, il est vrai, et on pouvait le considérer comme improbable ; mais on hésitera peut-être à le rejeter *a priori*, si l'on réfléchit à la longévité de certaines espèces qui ne se sont ni transformées ni éteintes, mais qui se sont simplement déplacées, suivant dans leur migration le climat qui leur était nécessaire et qui se déplaçait aussi ; à la longévité du *Taxodium distichum*, par exemple, qu'on trouve en Europe dès la fin du Miocène inférieur, qui a été un des arbres les plus répandus dans cette partie du monde pendant les âges miocène moyen et supérieur et pliocène inférieur, et qui aujourd'hui, à l'état vivant, habite les marais de la Caroline et de la Louisiane.

Pour moi, j'avoue que la rencontre d'une espèce actuelle d'une région tempérée-chaude dans le terrain éocène, c'est-à-dire à un niveau indiquant des conditions climatériques anciennes vraisemblablement peu différentes de celles dans lesquelles elle vit maintenant, j'avoue, dis-je, que cette rencontre me surprend sans me choquer ; car je ne vois rien là qui soit en contradiction avec les lois qui ont présidé au développement du règne végétal.

On connaît d'autres *Pittosporum* éocènes ; mais ils sont fort différents de celui-ci.

EUPHORBIOPHYLLUM ?

Pl. V, Fig. 8.

Grande feuille mince, oblongue, malheureusement rompue aux deux extrémités, à bord entier, à nervures secondaires assez nombreuses, très fines, rameuses, anastomosées, à réseau veineux bien visible. Cette feuille, dont il serait prématuré d'essayer une détermination rigoureuse, rappelle les feuilles de certaine Euphorbes des Canaries de la section *Pachycladœ*, telles que *Euphorbia mellifera*, Ait.; *E. atropurpurea*, Brouss., *E. Bourgæana*, J. Gay, ou encore celles de l'*E. hyberna*, L.; mais l'anastomose extérieure des nervures secondaires forme dans le fossile, surtout vers le bas de la feuille une ligne presque droite, parallèle au bord, qui ne se voit pas su les plantes vivantes.

Œcidium Nerii, *Ed. Bur.*

Pl. V, Fig. 9, 10.

Hypophyllum, peridiolis majusculis, orbiculatis, in maculâ folii disciformi paululum prominenti discrete sparsis.

La plus petite des deux feuilles du *Nerium sarthacense*, Sap. décrites plus haut porte un champignon parasite d'une très belle conservation. Je me suis empressé de le soumettre à M. Cornu, qui n' pas hésité à y reconnaître un *Œcidium*. Ce genre n'a pas encore que je sache, été rencontré à l'état fossile, et on ne le trouve pas su les *Nerium* vivants.

Les *Œcidium* consistent en fructifications qui naissent d'un mycelium contenu dans l'épaisseur de la feuille, et qui finissent par perce l'épiderme. Elles se présentent alors comme de petites coupes o conceptacles en partie enfoncés dans le parenchyme, dont la paro est désignée sous le nom de peridium et dont le fond donne naissanc à des chapelets de spores. L'empreinte étant celle de la face inférieure d'une feuille, les parties saillantes appartenant au champ gnon doivent être les moulages de la cavité des peridium; c'est pou quoi on ne voit pas le bord, généralement denté, de cette membran

La détermination spécifique des *Œcidium* est basée non seulemen sur la forme des spores, qui ici reste forcément inconnue, mais s un certain nombre d'autres caractères visibles à l'œil nu ou à u simple loupe, et par conséquent appréciables sur une bonne empreinte. Tels sont : la grosseur des peridium, leur état d'isoleme ou d'agrégation, la forme des groupes qu'ils constituent, leur sitution à la face supérieure ou inférieure de la feuille, sur une tache ou sur le limbe en apparence non altéré, etc. J'ai comparé très attentivement l'*Œcidium* fossile avec tous les *Œcidium* actuels de l'herbier du Muséum et avec toutes les descriptions des auteurs que j'ai pu me procurer, sans rien trouver d'identique. On pouvait s'attendre à ce résultat infructueux des recherches, étant donné l'âge ancien du fossile et la nature de la feuille qui supporte ce petit champignon. Nous avons dit en effet qu'à l'époque actuelle il n'y a par d'*Œcidium* vivant sur les Lauriers roses. Peut-être l'épaisseur plus grande du parenchyme, épaisseur que fait soupçonner l'effacement des nervures, constituait-elle dans le *N. sarthacense* une condition favorable au parasite, condition qui ne se retrouve pas dans le *N. Vasseuri* ni dans les *Nerium* vivants.

Les *Œcidium Clematidis*, D C., *Phyllireæ*, D C., et *Berberidis*, Gmel., sont ceux qui m'ont paru le plus ressembler au fossile; mais celui-ci a les conceptacles moins serrés, épars à la surface de la tache. Ils sont aussi plus gros que ceux des deux dernières espèces.

Les *Œcidium* ne sont qu'une forme de champignons polymorphes et à génération alternante. On trouve sur les mêmes feuilles, et provenant du même mycelium, des organes appelés spermogonies, en forme de bouteille en partie enfoncée dans le parenchyme. De plus, les spores des *Œcidium* ne peuvent germer que sur des plantes d'autres espèces et donnent naissance à un organe reproducteur connu sous le nom d'*Uredo*. Il sera bon de se rappeler ces faits, si l'on trouve plus tard, sur d'autres feuilles provenant du même gisement, des altérations attribuables à des parasites.

Quelque peu nombreuses que soient jusqu'ici les espèces de plantes fossiles du Bois-Gouët, elles ne laissent pas de doute sur l'âge du dépôt et ont des analogies évidentes avec quelques espèces des grès de la Sarthe, des gypses d'Aix, et surtout du Trocadéro. Le *Nerium Vasseuri* notamment, a un faciès éocène très prononcé et rappelle par sa petite taille, la longueur du pétiole et la terminaison obtuse du limbe, le *N. parisiense*, Sap., du calcaire grossier. Ce n'est donc pas sans un certain étonnement qu'avec cette ressemblance générale de formes, on constate la forte proportion d'espèces spéciales à la localité de la Loire-Inférieure. Il semble, d'après le peu que nous en connaissons encore, que la flore du Bois-Gouët se présente avec un caractère d'indépendance et ne soit pas simplement un prolongement occidental de la flore de la partie moyenne du calcaire grossier, dont elle est exactement contemporaine. Les espèces de l'une et de l'autre vivaient cependant dans des conditions très comparables. Les deux *Nerium* que nous venons de mentionner, par exemple, croissaient sur le bord de cours d'eau dont l'un se jetait au fond du golfe parisien, l'autre au fond d'un fiord du massif breton. Ces deux espèces jouaient évidemment le même rôle dans la flore boréale et dans la flore occidentale de cette époque ; l'une remplaçait l'autre, comme de nos jours, dans l'ouest, le *Ranunculus Borœanus*, Jord., le *Lepidium Smithii*, Hook., le *Quercus Toza*, Bosc., remplacent totalement ou en partie le *Ranunculus acris*, L., le *Lepidium campestre*, R. Br., ou le *Quercus Robur*, L.

Avons-nous donc là un trait de la géographie botanique de cette époque reculée ? Et sommes-nous en présence d'un centre de végétation ou centre de formation d'espèces analogue à ceux que l'étude des flores actuelles nous permet de reconnaître ? Ce serait bien remarquable ; car un de ces centres est signalé sur le côté méridional du massif breton, c'est-à-dire précisément dans la région où croissaient les plantes dont la roche du Bois-Gouët nous a conservé les traces. On dirait qu'une certaine autonomie de la population végétale s'est perpétuée sur ce point du globe à travers les âges géologiques.

La présence d'espèces similaires, ou si l'on veut, représentatives les unes des autres, dans deux régions qui en montrent encore de nos jours, nous paraît du reste pouvoir être raisonnablement attribuée, au moins en partie, à des influences semblables à celles dont nous constatons aujourd'hui l'action : la différence chimique du sol et surtout la différence de climats déjà sensible. La mer qui formait le golfe parisien était au Nord, celle qui envoyait ses eaux dans le fiord breton était à l'Ouest, comme l'océan Atlantique actuel, et le massif de terrains primaires entamé par ce fiord n'avait pas une configuration bien différente de celle qu'il a de nos jours. N'est-il pas vraisemblable que les courants qui en baignaient le littoral, dus aux mêmes causes générales que maintenant, cherchaient à prendre une direction analogue à celle que nous voyons ? Peut-être un *gulf-stream* de ce temps-là, rencontrant le continent Atlantique dont l'existence est si probable, se repliait-il déjà vers notre côte occidentale, dont il modifiait comme aujourd'hui la température et l'hygrométrie. Hypothèses, sans doute ! Questions prématurées, mais non pas insolubles, et sur lesquelles la flore du Bois-Gouët, jusqu'ici à peine entrevue, mais certainement, d'après le peu d'échantillons que nous connaissons, bien conservée, riche et intéressante, pourrai bien, quand on l'interrogera avec persistance, jeter un jour inattendu.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Fig. 1. *Nerium Vasseuri,* Ed. Bur., petite feuille entière.
— 2. Id., grande feuille brisée. Fragment montrant la base du limbe.
— 3. Id., grande feuille brisée. Fragment montrant le sommet du limbe.
— 4. *Nerium sarthacense,* Sap.
— 5. *Pittosporum Tobira,* Ait. *eocenica,* empreinte de la face supérieure de la feuille.
— 6. Id., empreinte de la face inférieure.
— 7. *Pittosporum Tobira,* Ait., feuille prise sur un pied cultivé dans l'orangerie du Muséum d'Histoire naturelle.
— 8. *Euphorbiophyllum?* Feuille pliée longitudinalement.
— 9. *Œcidium Nerii,* Ed. Bur., sur un fragment de feuille du *Nerium sarthacense,* Sap.
— 10. Id., grossi.

M. **Vasseur** indique que ce lit de plantes se trouve dans le calcaire grossier supérieur, au-dessus des couches marines fossilifères du Bois-Gouët.

Séance du 21 *Mars* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le président proclame membres de la Société :

M. Robert Lamprecht, ingénieur des mines, présenté par MM. Daubrée et de Chancourtois.

M. Albert Girardot, docteur en médecine, présenté par MM. Vélain et Vasseur.

M. Dollfus donne lecture de la notice suivante :

J'ai l'avantage de présenter à la Société géologique le second volume de la **Géologie de la Belgique**, par M. M. **Mourlon**.

Ce second volume renferme des listes étendues des fossiles rencontrés jusqu'ici en Belgique, qui diffèrent en partie de toutes celles publiées auparavant. M. Mourlon y a introduit aussi un perfectionnement important qui consiste à indiquer l'ouvrage et la figure qui ont servi à la détermination des espèces. Les listes du Cambrien, du Gédinnien, des schistes et calcaire de Couvin, du calcaire de Givet, des schistes et calcaires de Frasnes, des psammites du Condros sont établies sur de nouvelles bases avec références, localités et autorités.

Le calcaire carbonifère a été repris d'après MM. de Koninck et Dupont avec distribution dans les assises et degré d'abondance.

Pour cet étage, la liste de 30 pages contient 1090 fossiles. La liste du terrain houiller propre, avec ses insectes, etc., est absolument neuve ; M. Crépin a ajouté la flore fossile du même niveau.

Dans les terrains jurassiques et crétacés nous n'avons à attirer l'attention que sur les trouvailles des dépôts wealdiens du Hainaut à *Iguanodon*. Mais c'est surtout à propos des terrains tertiaires que l'accroissement à nos connaissances est sensible ; le calcaire de Mons est établi d'après M. Cornet et Briart sans oublier notre compatriote M. Cotteau. Les étages heersien, landenien, yprésien avec la collaboration de MM. Rutot et Vincent.

Sur les 138 espèces communes avec le bassin de Paris indiqués dans le Panisélien, 97 se rencontrent dans les sables de Cuise et 37 seulement dans le calcaire grossier, ce qui paraît fixer avec une certitude assez grande la véritable place de ce système.

Dans le Wemmelien, sur 177 espèces considérées, 67 appartiennent aux sables moyens et 64 au calcaire grossier, ce qui peut laisser la question indécise.

Les listes d'Anvers sont très étudiées : les travaux de M. Van den Broeck et des manuscrits laissés par Nyst y ont beaucoup aidé pour les mollusques. M. Mourlon n'a pu cependant y introduire encore la classification nouvelle des sables d'Anvers dont il nous entretient dans sa préface et qui nous paraît cette fois très assurée et vraisemblablement définitive, c'est la suivante :

Sables à *Fusus contrarius*	Scaldisien.
Sables à *Isocardia cor*	
Sables et grès ferrugineux	Diestien.
Sables à *Bryozoaires* et *Terebratules*	
Sables graveleux à *Hétérocètes*	
Sables à *Pectunculus pilosus*	Anversien.
Sables à *Panopea Menardi*	

Ces trois termes, Anversien, Diestien et Scaldisien, représentent sensiblement les trois divisions de M. Van den Broeck, des sables inférieurs, moyens et supérieurs d'Anvers. Et la vérité ne s'est fait jour qu'après des luttes fort vives et intéressantes, auxquelles ont pris part MM. Cogels, Van Ertborn, Hennequin, etc.

Le résumé paléontologique de M. Mourlon indique 6712 fossiles belges. Nombre énorme si nous le comparons à celui indiqué il y a 30 ans seulement par les listes de d'Omalius d'Halloy; nombre infime si nous réfléchissons aux faunes et aux flores qui se sont succédé sur l'étendue de la Belgique pendant les nombreuses époques géologiques dont nous retrouvons l'indication.

Le catalogue bibliographique très bien fait et très soigneux de toutes les publications intéressant la géologie de la Belgique comprend presque 1800 numéros : il sera d'une utilité journalière à tous ceux qui s'intéressent à cette science tant en Belgique que dans le nord de la France où les mêmes terrains se retrouvent. Nous en félicitons également M. Mourlon très sincèrement.

M. Dollfus fait ensuite la communication suivante :

Je suis chargé par M. **Van den Broeck** d'offrir à la Société géologique de France un exemplaire de son récent mémoire sur (1) *Les Phénomènes d'***altérations des dépots superficiels** *par l'infiltration des* **eaux météoriques**.

C'est avec grand plaisir et honneur que je remplis cette mission, car l'œuvre de notre collègue est une œuvre importante, utile et d'un intérêt général pour tous les géologues. Quiconque aura lu ce mémoire sera tenu en garde contre une erreur d'observation très importante qui peut faire considérer comme bien distinctes deux formations au contraire identiques. Les puissants effets mécaniques des eaux atmosphériques sont bien connus, mais leurs effets chimiques, non moins évidents et remarquables, avaient été tenus dans l'ombre. M. Van den Broeck étudie successivement l'action des eaux pluviales chargées d'oxygène et d'acide carbonique sur : 1° les roches feldspathiques ; 2° les roches métallifères ; 3° les roches schisteuses, 4° les roches siliceuses ; 5° les roches calcaires.

Les changements produits dans les roches peuvent avoir pour résultat de modifier : leur dureté, leur coloration, leur volume, leur composition.

Les élements les plus communément altérables et voyageurs sont : la chaux, le fer, la silice, puis le gypse, le manganèse, etc. Les infiltrations peuvent altérer les couches soit directement, soit latéralement, soit par pénétration profonde ; les argiles imperméables sont les grands protecteurs des sous-sols, et leur situation ou étendue relative donne le plus souvent la clef des anomalies et bizarreries qu'on peut observer dans la marche des altérations.

---

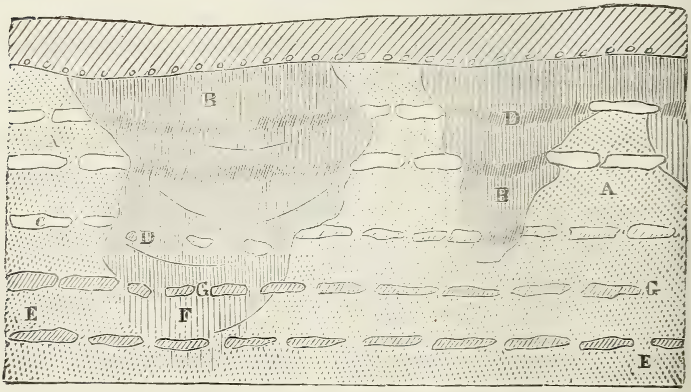
(1) *Mémoires Acad. sciences de Belgique*, T. XLIV, 1880.

Disons de suite, comme seule critique à adresser à M. Van den Broeck, que l'intérêt des parties développées de son travail nous fait regretter qu'il n'ait pas approfondi davantage d'autres portions de son champ d'étude ; que son travail aurait beaucoup gagné à être traité d'après ses observations personnelles dès les premiers chapitres.

La partie trop rapide est relative à la transformation du granite en kaolin, des schistes en argiles ; les quelques indications relatives aux têtes d'affleurement des filons et aux roches porphyriques font désirer une enquête plus vaste sur les mêmes sujets.

L'étude principale porte sur les terrains tertiaires de la Belgique, des environs de Bruxelles et d'Anvers.

Fig. 1.

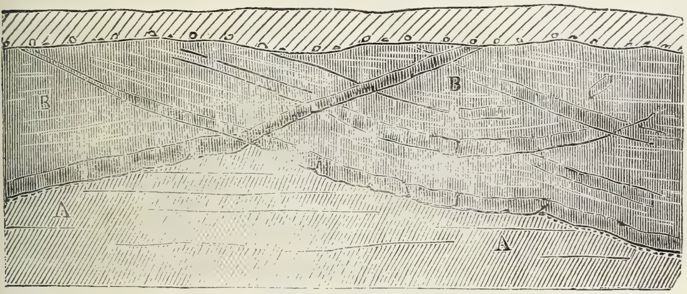


A. Sable bruxellien calcareux.
B. Zône altérée du même.
C. Grès calcarifères bruxelliens.
D. Résidus altérés des mêmes.
E. Sable siliceux bruxellien.
F. Zône infiltrée du même.
G. Grès siliceux bruxelliens.

M. Van den Broeck à démontré que les sables calcareux des environs de Bruxelles, décalcarisés par les eaux pluviales avaien été souvent pris jusqu'ici pour des dépôts distincts d'un autre âge, e que les faciès d'altération avaient été la source de confusions stratigraphiques inextricables, chaque assise présentant ses modification spéciales, et perdant ses caractères.

On reconnaît qu'un dépôt est modifié par la disparition de tout fossile, par l'absence de calcaire, par la modification de la glauconie qui rubéfie les couches qui en renferment, par la disparition de la stratification et la diminution du volume de la masse altérée. Ce sont là des caractères frappants, manifestes, probants, qui distinguent bien le dépôt altéré du dépôt normal.

Fig. 2.

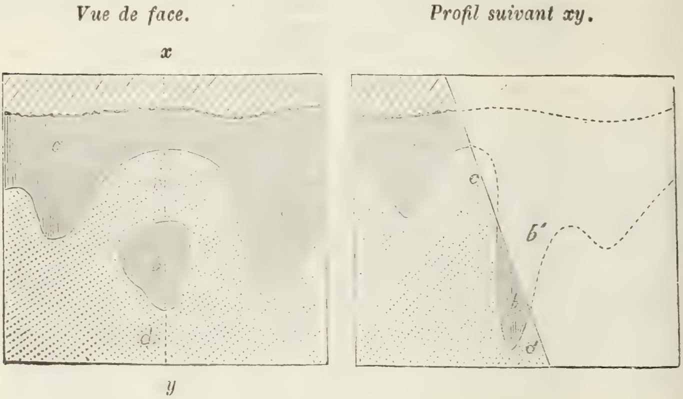


A. Sable siliceux oligocène (boldérien de Dumont).
B. Sable glauconifère *diestien*, altéré, montrant de fausses lignes stratifiées, résultant du croisement des poches.

Les faux ravinements ne sont point un des côtés les moins curieux de cette étude, il faudra à l'avenir bien se garder d'en affirmer l'existence tant qu'on ne se sera pas assuré que le dépôt supérieur, le dépôt ravinant, est calcaire, qu'on n'est pas en face d'un point d'arrêt de métamorphose profonde dans une même masse. Lyell, Dumont, Lehon s'y sont trompés, ils ont figuré des poches d'érosion llusoires dans le Bruxellien et le Laekenien. Nous recommandons 'étude des figures 6 à 11 à ceux qui douteraient encore. La figure 13 montre l'apparence étrange que peut donner l'entrecroisement de deux poches d'altération qui se pénètrent. Celles numéros 16 à 18 donnent la clef des apparences bizarres que fournissent certaines arrières où des parties altérées sont englobées dans des parties intactes. Nous reproduisons d'ailleurs les figures 8, 13 et 17, qui ont respectivement numérotées ici fig. 1, 2 et 3.

Aux environs d'Anvers on avait cru pouvoir distinguer les assises ableuses tertiaires supérieures par leur couleur, noire, verte, jaune u rouge. M. Van den Broeck a montré que c'était une illusion : le même dépôt peut présenter toutes ces colorations suivant le point lus ou moins avancé d'altération de la glauconie qu'il renferme ; es dépôts identiques de couleur ont une faune distincte, d'autres dissemblables de coloration renferment les mêmes fossiles. Le chaos stratigraphique des couches d'Anvers s'est tout à coup aplani.

Fig. 3.



a. Zône supérieure d'altération des sédiments *c*, *d*.
b, *b'*. Ilot de sable altéré, paraissant, vu de face, séparé de la zône supérieure d'altération.

M. Van den Broeck étudie également l'argile à silex, les puits naturels, l'argile lithomarge et les présente comme une explication simple des faits généraux d'altération par les eaux atmosphériques.

Dans une annexe finale, sont traitées les altérations du Quaternaire; il n'y a qu'un limon et qu'un diluvium ayant chacun deux faciès, quelle que soit l'altitude de ces dépôts qui, on le sait, est la caractéristique de leur âge ; le diluvium rouge, sans calcaire ni fossiles, ni stratification régulière est un faciès altéré du diluvium gris, fossilifère, calcareux, stratifié. Le limon altéré, terre à briques, est supérieur rougeâtre, sans calcaire et sans coquilles ; le limon normal inférieur est jaunâtre, calcaire, fossilifère parfois ; le contact est généralement humide et on y trouve des nodules calcaires. Nous n'insistons pas, l'auteur lui-même ayant présenté déjà à la Société une note en ce sens, sans toutefois la présenter comme il le fait aujourd'hui en un corps de doctrine générale, universelle dont il ressort un enseignement et une application journalière pour chacun.

M. **de Lapparent** présente un compte rendu d'**excursions géologiques** dans l'**Eifel**, par M. **Firket**.

M. **Daubrée** présente une note sur les matériaux provenant de quelques **forts vitrifiés** de la France.

M. **Filhol** présente à la société des **ossements fossiles** ecueillis par lui dans la **caverne de Lherm.** Il appelle l'atten-on sur un crâne d'Ours, trouvé dans la couche même où abonde *Ursus spelæus*, et ne se distinguant que par la taille, de l'Ours ac-ıel des Pyrénées.

M. G. **Rolland** communique les derniers résultats de ses tudes sur le **terrain crétacé du Sahara septentrional.**

Les nombreux fossiles recueillis par lui dans la région d'El oleah indiquent une correspondance frappante entre les faunes de craie moyenne au sud et au nord du Sahara algérien, à 500 kilo-ètres de distance. Parmi ces fossiles, se trouvent trois espèces ouvelles.

M. Rolland signale dans le sud l'existence d'un étage supérieur, u'il rapporte au Sénonien.

Les caractères minéralogiques et la puissance des étages offrent ne constance remarquable. La coupe générale comprend, de bas en aut : des marnes gypseuses, avec calcaires et grès subordonnés, *nomaniennes ;* un massif continu de calcaires *turoniens ;* de nouveau, es marnes gypseuses, sans doute *santoniennes*, et un massif cal-aire, avec silex abondants au sommet, sans doute *campanien.* D'où eux plateaux calcaires étagés, couronnant deux séries d'escarpe-ıents marneux.

Le plateau turonien règne seul dans la région du Mzab et de ethlili. Les deux étages se voient à l'est d'El Goleah. Le plateau ıpérieur se poursuit plus au sud jusqu'à In-Salah.

M. Rolland donne une série de profils et de coupes indiquant les lures stratigraphiques du Crétacé dans le Sahara septentrional ıtre le Maroc et la Tripolitaine.

M. **Courbebaisse** entretient la Société d'un projet de pont sur Manche.

M. Alb. **Gaudry** met sous les yeux de la Société un poisson qui été recueilli par MM. Roche dans le Permien inférieur d'Igornay. notocorde de cet animal ne montre aucun rudiment de corps de rtèbres dans la région thoracique ; d'étroites lames épineuses présentent les arcs neuraux. Les côtes, par leur grand développe-ent, contrastent avec la colonne vertébrale. Dans la note où il a ésenté à l'Académie le poisson découvert par MM. Roche, Albert Gaudry a proposé de l'appeler *Megapleuron Rochei.*

Comme le *Phaneropleuron* et la plupart des anciens poissons, le *gapleuron* ne répond en rien à la théorie de l'archétype vertébral ; offre un état opposé à l'idée qu'on s'était faite d'êtres primitifs més de vertèbres placées bout à bout ; ses côtes ne sont pas une dépendance de ses vertèbres, puisqu'elles ont été développées avant elles.

Le *Megapleuron* avait des plaques dentaires comme le *Ceratodus ;* il différait du *Ceratodus*, des *Dipterus*, du *Ctenodus* et du *Phaneropleuron*, parce qu'au lieu d'écailles cycloïdes, il avait des écailles en losange comme dans les Crossoptérygidés rhombifères. Il offre sans doute une preuve de plus de l'existence dans les temps anciens des Dipnoés, c'est-à-dire des poissons à respiration à la fois branchiale et pulmonaire, servant de lien entre les poissons et les batraciens.

Séance du 4 *Avril* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de MM. **Stœhr, Laudy** et **Delesse.**

M. Gaudry offre à la Société de la part de M. **de Saporta** un « **Aperçu géologique du terroir d'Aix en Provence**; et de la part de MM. **de Saporta** et **Marion**, un volume intitulé :

L'Évolution du règne végétal. — Les Cryptogames.

Il donne lecture à ce sujet de la note suivante de M. de Saporta :

Le livre que nous présentons à la Société a pour objet d'une façon générale l'évolution du règne végétal et, en particulier, celle de la classe des Cryptogames, dont la prépondérance n'a cessé, à la surface du globe, qu'avec la fin des temps paléozoïques.

C'est une œuvre plus spécialement botanique ; mais comme elle a pour base l'étude combinée des plantes vivantes et fossiles, considérées dans leurs organes essentiels, avec l'intention de faire ressortir les caractères du développement successif des différentes séries cryptogamiques, il se trouve que cette œuvre se rattache étroitement à la paléophytologie et par elle à cet ensemble de notions très diverses qu'embrasse la géologie.

Nous sommes surtout redevables à la paléontologie des documents propres à nous dévoiler la marche évolutive des anciens êtres. Malheureusement, en ce qui concerne les végétaux, ces sortes de ocuments sont relativement rares et le plus souvent incomplets. 'analyse des organes les plus importants, de ceux qui président à a reproduction, est le plus ordinairement impossible dans les lantes fossiles et l'examen de la forme extérieure ou d'une faible ortion de cette forme, devient alors l'unique moyen de déterminaion qui nous reste. Cependant, on est en droit de signaler à cet gard de très grands progrès provenant de récentes et curieuses déouvertes. Des parties fructifiées, des inflorescences, des graines, des euilles et des tiges converties en silice ont livré le secret de leur tructure anatomique grâce aux patientes recherches de divers saants, en tête desquels nous devons placer Adolphe Brongniart et son ontinuateur, notre collègue M. B. Renault. Ces beaux travaux nous nt permis d'entrer plus avant qu'on ne l'avait encore fait dans la onnaissance intime des anciens végétaux et, dans beaucoup de cas, es appréciations que l'on en fait, reposent désormais sur des faits ertains au lieu de s'appuyer sur de simples conjectures.

C'est en réunissant les indices de toute provenance que nous avons enté de faire servir les principes posés par Darwin et par conséquent a théorie transformiste à l'explication raisonnée de la marche évoutive des Cryptogames ainsi qu'à celle du développement des familles u sections prises séparément. Nous ne pouvons nous flatter de venir oumettre au public autre chose qu'une faible esquisse d'un tableau 'ensemble aussi difficile à débrouiller et parsemé d'autant de côtés bscurs. Nous nous sommes efforcés de trouver au moins les lignes rincipales, en évitant d'insister sur les détails qui nous échappent orcément et en négligeant les hypothèses gratuites, c'est-à-dire elles qui ne s'appuient pas au moins sur des commencements de reuves.

Mais, une fois la réalité de la théorie transformiste admise par ous, nous étions logiquement entraînés à prendre pour point de épart du règne végétal tout entier ce qu'il y a de plus élémentaire n fait d'organisme unicellulaire ayant les eaux pour milieu comme our berceau. Les végétaux primitifs d'où les autres seraient sortis en e différenciant et en émettant des prolongements dans plusieurs irections parallèles ou divergentes seraient donc des algues et des lgues très simples. C'est à cette catégorie primordiale que nous apliquons le terme de *Protophytes;* mais les Protophytes elles-mêmes nt donné lieu à des diversifications au moyen desquelles, sans uitter leur milieu d'origine, elles ont acquis un ou plusieurs degrés ccessifs de complexité et de supériorité relative. En restant au ilieu des algues et suivant quelques-unes de leurs branches, on s'éve ainsi des algues unicellulaires ou paucicellulaires, susceptibles elles-mêmes d'une certaine différenciation, jusqu'aux plus élevées de ces plantes qui sont les characées, les phéosporées, les fucacées et enfin les floridées. Ces dernières qui représentent les plus parfaites, les plus étroitement adaptées des Thalassophytes, se montrent les dernières et nous sommes ainsi amenés à définir et à décrire rapidement plusieurs catégories d'algues fossiles. Il en est qui ont des droits particuliers à notre attention à cause de leur ancienneté, de leur singularité et du rôle prédominant qu'elles ont longtemps conservé. Il a été émis à propos de quelques-unes de ces algues éteintes, depuis des milliers de siècles des suppositions que nous discutons en exposant les motifs de l'opinion adoptée par nous. Il est évident que leur vie fut tenace; pour plusieurs types elle se prolongea à travers une longue séries d'étages. Les dernières alectoruridées, dont les premiers vestiges se montrent dès le Silurien, datent du Miocène récent; les moules de leur phyllome ont été recueillis en Espagne, par M. le professeur Vilanova, dans le Miocène récent d'Alcoy, province d'Alicante. Nous n'avons pas manqué d'étayer notre théorie relative à la longue prédominance des algues unicellulaires, en mettant en lumière les belles observations de M. Munier-Chalmas sur la présence des siphonées incrustantes à plusieurs niveaux du terrain secondaire.

Les phéosporées représentées dans les mers actuelles par les laminaires remonteraient au début de ce même terrain; les characées seraient un peu plus anciennes (Trias), au moins en s'en tenant aux apparences. Au contraire, les fucacées et les floridées qui sont les algues les plus parfaites et les plus nombreuses, parmi celles de nos jours, n'auraient commencé à se répandre, au moins dans les mers de l'Europe, que vers le commencement de l'âge tertiaire ou tout au plus dans le cours ou mieux encore vers la fin de la Craie.

Tels sont en deux mots les caractères de la marche historique d monde des algues. Si l'on veut maintenant suivre et expliquer l'évolution parallèle des plantes terrestres, il faut adopter un princip qui, selon nous, donne la clef des phénomènes qui présidèrent jadi au développement du règne végétal. Ce principe est celui de la division croissante du travail organique; division procédant elle-mêm d'un mouvement qui localise les divers ordres de fonctions, celles-c tendant de plus en plus à s'isoler et à s'exclure mutuellement, aprè avoir été réunies et presque confondues à l'origine. Toute l'évolutio des plantes terrestres se résume dans cette distinction graduelle e de plus en plus exclusive. De là la séparation qui s'établit de bonn heure entre le thalle ou « prothalle » sexué et la tige feuillée qui s succèdent l'un à l'autre et constituent une véritable génération alter nante. Tandis que la tige ne produit plus que des organes reproducteurs agames, les organes sexués limités au seul prothalle tendent à arrêter la croissance de ce dernier par leur précoce développement, en sorte que tout ce qui n'est pas immédiatement utilisable au profit des organes sexués se trouve éliminé sur ce prothalle; réduit finalement au rôle de support des organes sexués, il perd son importance à tout autre point de vue. Au contraire, la tige agame ou « sporogone » se diversifie, prend de l'extension et de la complexité, soit dans sa structure intime, soit par la différenciation de ses parties appendiculaires. En fait d'organes reproducteurs, elle ne met au jour que des spores, sortes de cellules qui donneront naissance par agamie au thalle sexué, en perpétuant indéfiniment la même alternance successive de parties végétatives, agames et de parties thalloïdes sexuées.

Ce sont ces deux états, antagonistes l'un de l'autre et se complétant l'un par l'autre, dont on constate la présence et dont on peut suivre les différenciations et les réductions graduellement réalisées, chez les Cryptogames supérieures, jusqu'au moment où le support sexué ne possédant plus une existence indépendante de la spore dont il sort, se trouve à la fin absorbé par celle-ci. Mais alors, par un nouvel effet de différenciation, poussée à ses dernières limites, la spore elle-même revêt les caractères déterminatifs de celui des sexes dont elle renferme exclusivement l'appareil.

C'est ce mouvement prolongé à son tour jusqu'aux conséquences les plus extrêmes qui permet d'entrevoir par quelle filière s'est opéré le passage conduisant des Cryptogames les plus élevées ou hétérosporées aux Phanérogames les plus inférieures. Celle-ci au moyen d'un nouveau stade, le stade progymnospermique, sont devenues à leur tour le point de départ des séries les plus riches, en même temps les plus récentes et les plus parfaites dont se compose le règne végétal, depuis le milieu de la période crétacée.

Tel est, en quelques lignes, le tableau résumé que nous en avons eu l'intention de tracer, en invoquant les données paléontologiques et les combinant avec celles que la botanique pure met à notre disposition.

M. Fischer présente de la part de M. **Porumbaru** une **Étude géologique** sur les environs de **Craïova**. Dans cette publication l'auteur fait connaître la belle faune qu'il a découverte dans les *couches à Paludines* de Roumanie. Les espèces décrites et figurées sont au nombre de 44; elles caractérisent plusieurs couches distinctes comme en Slavonie. Leur étude démontre l'importance et la constance des *Paludinen-schichten* dans l'Europe orientale.

M. **Fischer** offre à la Société les deux premières livraisons de son **Manuel de Conchyliologie**.

M. Delaire présente de la part de M. **H. Hanks**, l'**Annual report of the state mineralogist of California for 1880**.

M. Stuart-Menteath fait la communication suivante :

Sur la géologie des **Pyrénées** *de la* **Navarre,** *du* **Guipuzcoa,** *et du* **Labourd,**

par M. P.-W. **Stuart-Menteath.**

Pl. VI.

La carte géologique au $\frac{1}{200{,}000}$ qui accompagne ce mémoire a été exécutée presque entièrement dans le cours de moins d'une année, par une série d'excursions nécessairement très rapides, mais pendant lesquelles j'ai parcouru tout le terrain d'une façon assez détaillée. Cette carte présente sans doute de nombreuses erreurs de détail, mais je crois que ces erreurs seraient peu visibles à l'échelle adoptée. M. Coello m'a très obligeamment accordé la permission de reproduire les détails topographiques qui m'étaient nécessaires, d'après ses cartes de la Navarre et du Guipuzcoa. J'ai peu profité de cette permission dans la carte ci-jointe ; mais les limites des terrains ont été tracées sur les cartes de M. Coello, et ceux qui voudraient étudier le terrain en détail pourront facilement reporter, mes contours sur les cartes en question : celle de la Navarre est très exacte et très détaillée.

La géologie de cette partie la moins étudiée des Pyrénées a été seulement figurée jusqu'ici sur de petits coins de cartes générales, et j'ai trouvé des erreurs si graves dans ces tracés que j'ai pris le parti de ne mettre absolument sur ma carte que les résultats de mes propres observations. J'ai seulement utilisé la découverte de fossiles du Lias à Andoin, publiée par M. de Verneuil ; et les découvertes de fossiles du Carbonifère à La Rhune, du Cénomanien à l'Ibantelli, et du Jurassique à Cambo, publiées dans le compte rendu de la Réunion extraordinaire de Bayonne, qui m'ont aidé à retrouver ces gisements

Nord
Sud
Est
Ouest
OCÉAN
St Jean de Luz
Urrugne
Fuenterabia
Béhobie
Irun
Biriatu
Olhette
Ascain
Ihins
St Pé
Sare
Pasajes
San Sebastian
Renteria
Oyarzun
Ergoyen
Carrica
Orio
Hernani
Urnieta
Fagollaga
Erenozu
Andoin
Villabona
Olaberria
Irura
Tolosa
Eldurayen
Arano
Aranbide
Artiesca
Goizueta
Vera
Alzate
Lesaca
Echalar
Yanci
Aranaz
Sumbilla
Urdax
Ainhoue
Souraide
Cambo
Espelette
Hasparren
Itzatzou
Louhoussoa
Helette
Bidarray
Irissaarry
Ossés
Eyharce
Suhescun
Jinhice
Lacarre
Maya
Errazu
Baigorry
St Jean Pied de Port
Arrovoz
Elizondo
Irurita
San Estevan
Zubieta
Oronoz
Iturin
Berrueta
Almandoz
Ezcurra
Leiza
Banca
Les Aldudes
Estérençuby
Salines
Béhérobie
Chalet d'Iraty
Changoa
Roncevaux
Venta de Velate
Arraras
Huici
Berruete
Igoa
Aizaros
Oroquieta
Elzaburu
Betelu
Lecumberri
Aldaz
(Saline)
Arruiz
Arraiz
Lanz
Eugui
Burguete
Espinal
Viscarret
Orbaiceta
Casas del Rey
Irurzun
Imizcoz
Echelle 1/200.000

CARTE GÉOLOGIQUE
DES PYRÉNÉES DE LA NAVARRE, DU GUIPUZCOA ET DU LABOURD,

par P. W. Stuart Menteath A.R.S.M.

10 Kilomètres

Crétacé et Flysch	☐	Carbonifére	▥
Jurassique	▨	Dévonien	⋯
Trias	++++	Silurien et Paléozoïque indeterminé	▤
Ophite	■	Granite	• • • •

Fer ⊖ *Plomb* ⊕ *Cuivre* ◎ *Porphyre* ⟊

Frontière de l'Espagne.

Limite minima du Crétacé Supérieur et Flysch.

Nota. Le Crétacé Supérieur et le Flysch, s'avancent vers les montagnes, au moins jusqu'à la ligne ainsi indiquée

J. Wuhrer, r. de l'Abbé de l'Epée 4

dans le cours de mes explorations. J'ai trouvé cependant que la petite carte des trois Provinces Basques par Don Amalio Maestre, est, pour le Guipuzcoa, très voisine du tracé qui résulte de mes propres observations.

Obligé de terminer mon travail à jour fixe, et ne sachant pas quand je pourrai le reprendre, j'ai pensé qu'il serait utile de le publier, du moins comme document qui facilitera des recherches ultérieures. Les relations du Trias entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Luzaide ne sont pas suffisamment démêlées. Il y a des raisons qui pourraient faire classer le calcaire d'Ustellegui dans le Dévonien plutôt que dans le Jurassique. La ligne de contact du Dévonien avec le Crétacé supérieur de la forêt d'Irati est assez arbitraire. Il n'est pas *impossible* que le calcaire de Château-Pignon, au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port, soit crétacé. Les limites du Carbonifère sont très imparfaitement désignées. Sur d'autres points il me reste des doutes. La rareté des fossiles, et la stratigraphie extrêmement compliquée de toute la région, où les grandes crêtes régulières des autres parties des Pyrénées sont remplacées par un dédale de courbes présentant toutes les directions, rendent exceptionnellement difficile la constatation des horizons géologiques. La plus grande partie du pays est un chaos de montagnes de 500 à 1,000 mètres de hauteur, souvent couvertes de forêts épaisses et traversées par des vallées étroites et sinueuses. Les difficultés de communication ont fait de ce pays le foyer principal des guerres civiles.

Pour les fossiles j'ai essayé d'obtenir des déterminations de paléontologistes bien connus. Malheureusement, comme il arrive habituellement dans les Pyrénées, une grande partie des fossiles trouvés étaient en très mauvais état. M. Etheridge m'a beaucoup aidé, mais il a rarement voulu se prononcer sur les espèces. M. Fischer a examiné une autre portion de mes fossiles, et m'a fourni un certain nombre de déterminations. M. Hébert et M. Munier Chalmas, qui se sont déjà beaucoup occupés des fossiles des Pyrénées, ont examiné mes échantillons avec un soin exceptionnel, et ont réussi à déterminer un certain nombre d'espèces. M. Renault a déterminé les plantes du terrain carbonifère. Grâce au concours bienveillant de ces savants, la partie paléontologique de mon travail peut mériter confiance. Je dois avouer cependant que, dans certains cas, la paléontologie et la stratigraphie m'ont paru peu concordantes ; et je saisirai assurément la première occasion de chercher des fossiles mieux caractérisés dans certains gisements douteux.

Silurien. — Ce terrain est bien défini dans la vallée de la Nive entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Eyharce. Un peu au S. du point marqué

Fig. 1

Cette coupe en y ajoutant le N°10 présente une section complète à travers les Pyrénées. seulement, les hauteurs de la coupe N°10 sont doublées

(Vingt cinq kilomètres)

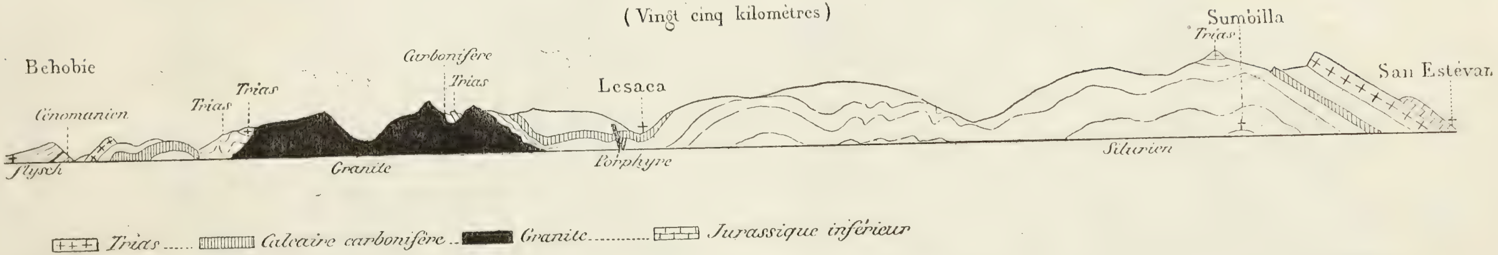
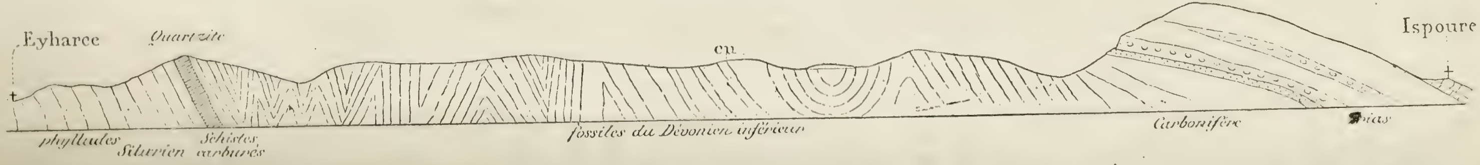

Behobie
Cénomanien
Trias
Trias
Carbonifère
Trias
Lesaca
Sumbilla
Trias
San Estévan
Flysch
Granite
Porphyre
Silurien
+++ Trias
Calcaire carbonifère
Granite
Jurassique inférieur

Fig. 2

Disposition des calcaires, marnes, schistes, et dolomie du Dévonien.

(Huit kilomètres)


Eyharce
Quartzite
cu.
Ispoure
phyllades
Silurien
Schistes carburés
fossiles du Dévonien inférieur
Carbonifère
Trias

cu... Calcaire et schistes imprégnés de pyrite de cuivre, avec Spirifères

Estébecenia sur la carte de l'Etat-Major, il y a, à sept kilomètres au N.-O. de Saint-Jean-Pied-de-Port, un gros banc de quartz, direction N.-E., plongement S.-O. Ce banc (voir fig. 2.) est recouvert du côté S.-E. par des calcshistes, marnes, et dolomies avec fossiles du Dévonien inférieur. Au N.-O., des schistes carburés et pyriteux sortent de dessous le quartz, et passent, au-dessous, à des phyllades luisants. Ce système, qui ne présente aucune discordance avec le Dévonien, et qui conserve à peu près la même direction et le même plongement jusqu'à Eyharce, présente une épaisseur réelle de plus de 1,000 mètres. Au N.-O. d'Eyharce, en suivant toujours la Nive, on trouve ce même terrain traversé par des imprégnations de quartz, et avec gros bancs de quartzite, jusqu'à un kilomètre avant Bidarray, où il est recouvert par le Trias. Le même terrain forme la plus grande partie du grand massif de montagnes entre Sumbilla, Vera, Arano, Leiza, Escurra, et Goizueta, représenté comme crétacé sur les cartes géologiques de l'Espagne de M. de Verneuil et de M. de Botella. Il se présente aussi autour des mines de Banca, et il est représenté par les quartzites des Aldudes et de Valcarlos, auxquels sont associés des schistes carburés et pyriteux, et qui sont recouverts par les calcaires du Dévonien. Les quartzites du Silurien sont tantôt des imprégnations, tantôt de véritables bancs de grès métamorphisé incontestable, et tous les passages se présentent entre ces deux états du quartz. Je n'ai trouvé aucune trace de fossiles dans le Silurien. La disposition des couches dans le massif de Sumbilla et Vera est représenté dans la coupe (fig. 1.). Les couches sont disposées en grandes courbes avec petites courbes subordonnées. Dans deux coupes parallèles, de chaque côté de la coupe représentée, j'ai compté respectivement douze et treize courbes anticlinales. La schistosité est ordinairement parallèle aux couches ; quelquefois, surtout dans les phyllades ardoisiers, elle forme avec elles un angle aigu. De minces veines de quartz se présentent souvent suivant les plans de la schistosité et aussi en travers. Vers Goizueta, et dans le fond du massif sur d'autres points, les schistes argileux et phylladiens passent à un schiste micacé où le quartz domine de beaucoup. Les quartzites se développent avec facilité dans une pareille roche.

Dévonien. — Le Dévonien est bien représenté entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Eyharce (voir fig. 2.) par des couches de calcaire, dolomies, schistes calcaires, et schistes passant aux grauwackes, qui m'ont fourni les fossiles suivants, dans la partie indiquée sur la coupe. Ici, et dans toutes les autres listes de fossiles je désigne par [Eth.] ceux déterminés par M. Etheridge ; par [F.] ceux déterminés par M. Fischer ; et par [H.], ceux déterminés dans le laboratoire de M. Hébert, par M. Hébert et M. Munier-Chalmas.

Spirifer Pellico. [F.]
Petits spirifères. [F.]
Leptœna. [F.]
Strophonema. [H.]
Redonia [H.].
Cyathocrinus pinnatus.
Spirigera undulata. [H.]
Rhynchonella. [Eth.]

A l'exception des deux derniers, ces fossiles ont été trouvés dans les schistes imprégnés de pyrite de cuivre marqués Cu. sur la coupe. La conservation de ces formes délicates est due à la présence de l pyrite qui les a moulés. Les deux derniers proviennent d'un calcair épais un peu plus bas. Les couches suivantes, évidemment du mêm système, m'ont fourni des *Spirigera* et des entroques. Ce système d Dévonien inférieur, est recouvert par des schistes noirs à concrétion de pyrite de fer, et par une série assez variée de schistes à concrétions ferrugineuses, de schistes calcaires, et de schistes terreux parmi lesquelles le terrain carbonifère me paraît certainement représenté. Le système dévonien, bien que très plissé, est ici d'une épaisseur considérable ; il s'amincit assez rapidement vers l'O. Un horizo de calcaires semblables, passant à des dolomies, se présente au environs des Aldudes dans une position stratigraphique analogue Ces calcaires suivent la frontière, et se développent largement à l'E pour former les sommets élevés de Château-Pignon et d'Urculo a N.-E. de Roncevaux, ainsi que le sol de la forêt d'Irati, où j'ai trouv un grès calcarifère à facies dévonien, pétri de *Cyathocrinus pinnatus*, à 2,300 mètres au S. du Châlet d'Irati (1). La ligne de divisio entre le Dévonien d'Irati et le Crétacé supérieur qui se présen au S. est très difficile à déterminer. Depuis Burguete jusqu'au P d'Orhy, on est sur le Crétacé supérieur, et le contact du Dévonie paraît suivre une faille qui passe par Roncevaux et Fabrica d Orbaiceta. Le Trias, dont on ne trouve que des traces le long de l faille, reparaît au N. d'Eugui et le Carbonifère commence à paraît au N. de Viscarret et se développe largement avec plantes caractéri tiques entre Eugui et Fabrica de Eugui. Mais dans la forêt d'Irati Dévonien et le Crétacé supérieur sont en contact, et présentent d calcaires et marnes très semblables. La haute vallée de l'Or d'Orion, qui descend de Château-Pignon à Béhérobie, est creusée dans les calcaires dévoniens, et à Béhérobie ces calcaires sont surmontés par des marnes à fucoïdes, par un calcaire rosé, et par des poudingues à gros éléments de calcaire et de quartzite. Le calcaire rosé contient des pectens, térébratules, rhynchonelles, et polypiers, et ressemble beaucoup au calcaire du Corallien. Il est cependant surmonté par des schistes noirs ou grauwackes schisteuses, ressemblant à ceux du Carbonifère, et remplis de débris de plantes, indéterminables, mais très semblables aux fragments de plantes qui abondent dans le Carbonifère d'Eugui. Le Pecten ressemble à une forme du calcaire carbonifère. Au-dessus des schistes à plantes on trouve le Trias très développé, et avec une source très fortement salée, jadis exploitée pour sel. Vers Mendive et vers Saint-Michel on trouve encore le calcaire rosé au-dessous du poudingue du Trias. Un calcaire semblable se trouve au-dessous du Carbonifère d'Eugui, et au-dessus du Dévonien de la forêt d'Irati. J'ai donc classé ce calcaire dans le calcaire carbonifère. Le Dévonien contient parfois des bandes de silex qui paraissent expliquer l'origine des bancs de quartzite alternant avec les dolomies des environs des Aldudes. Ces silex sont cependant d'une couleur plus claire et d'une texture un peu différente de celle des lydiennes noires très fréquentes dans le Carbonifère. La présence de veines de quartz dans le calcaire peut servir parfois à distinguer les calcaires paléozoiques des calcaires mésozoïques ; mais le calcaire carbonifère est souvent très semblable à certains calcaires dévoniens, et paraît former un même système avec ces derniers. Le calcaire carbonifère est cependant beaucoup plus constant que les calcaires dévoniens qu'il surmonte.

---

(1). Ce calcaire est minéralogiquement identique avec le *Spiriferensandstein* d Hartz, qui est souvent pareillement pétri de *Cyathocrinus pinnatus*.

Fig. 3
(La Rhune)

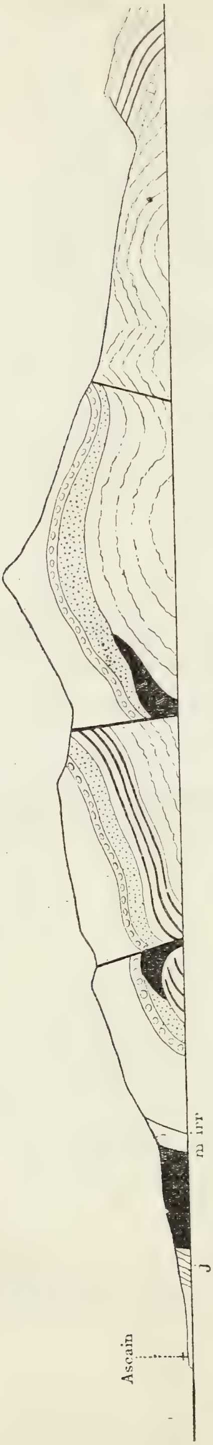
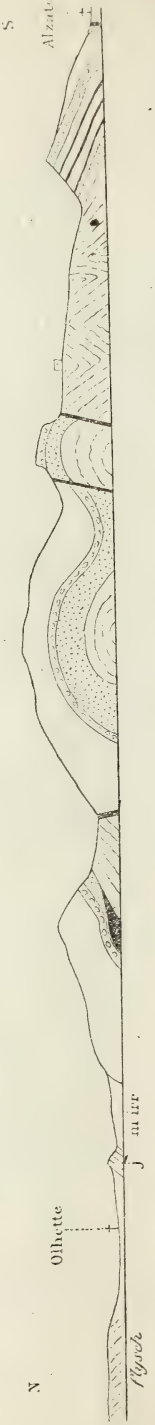

Ascain
J
m irr

Fig. 4
(Trois kilomètres à l'ouest de La Rhune)


N
S
Alzat
Olhette
J
m irr
Flysch

▨ Trias .... ▨ Permien .... ▨ Carbonifère .... ▨ Paléozoïque .... ▨ Calcaire Carbonifère

Echelle $\frac{1}{40.000}$

Carbonifère. — Les petits gisements de terrain houiller de la Rhune (fig. 3), et du pic d'Ibantelli sont déjà connus. Ils ont été visités par la Société géologique en 1866. J'ai eu dernièrement l'avantage de montrer à la Société botanique, en réunion extraordinaire à Bayonne, les points sur la Rhune où on trouve les plantes du terrain houiller. M. le docteur Bonnet a pu rapporter un certain nombre d'espèces, et a eu l'obligeance de m'en fournir la liste, déterminée au Jardin des Plantes par M. Renault. Cette liste contient, presque toutes les espèces que j'ai pu trouver à la Rhune; mais je me suis peu occupé de ces gisements :

Pecopteris Miltoni, Ad. Br.
Pecopteris arguta, Sternb., var.
Odontopteris Brardii, Ad. Br.
Annularia brevifolia, Ad. Br.
Dictyopteris.
Cordaïcarpus.

J'ai trouvé l'*Annularia brevifolia* assez abondant, et un certain nombre de folioles de *Dictyopteris*. Je n'ai jamais trouvé le *Pecopteris Lartetii;* mais le *P. arguta*, qui en est très voisin, est très abondant. A l'Ibantelli, où on exploite un banc d'anthracite impur qui a plusieurs mètres d'épaisseur, j'ai trouvé les formes suivantes, de la détermination desquelles je suis redevable à M. Renault :

Pecopteris arguta, var.
Alethopteris Serbii.
Pecopteris cyathea.
Feuille de Cordaïte.

C'est toujours le Carbonifère supérieur de Saint-Étienne. Le terrain carbonifère est surtout caractérisé par la grauwacke schisteuse noire, passant à des grauwackes grossières avec bancs de poudingue à fragments de schistes et petits galets de quartz de filons. Des bancs de grès de couleur gris foncé, des phyllades à concrétions de lydienne, et des bandes de lydienne noire sont très fréquents. Des concrétions ferrugineuses se trouvent en nappes. Le terrain est souvent composé en grande partie par des schistes finement feuilletés, souvent ferrugineux et avec petites veines de quartz. La plus grande partie du massif de transition de Sumbilla et Vera est bordé par un calcaire, passant à Biriatu, au nord d'Echalar, et au sud de Vera, à une véritable *griotte*, qui contient à Biriatu des traces de céphalopodes, et au sud de Vera un polypier qui a paru paléozoïque à M. Etheridge. Ce calcaire étant évidemment, à Biriatu et au sud de l'Ibantelli, en relation directe avec les lydiennes du Carbonifère, je l'ai adopté comme base du système, et j'ai classé dans le Carbonifère tout ce qui est au-dessus. On peut regarder ce calcaire à griotte comme l'équivalent des griottes des Pyrénées centrales, classées jusqu'à ces derniers temps dans le Dévonien; mais depuis que M. Barrois, par suite d'une nouvelle étude des fossiles des griottes, a cru pouvoir les classer dans le Carbonifère, il n'y a plus de difficultés paléontologiques qui m'empêcheraient de classer le calcaire de Biriatu et d'Echalaz dans le Carbonifère, auquel il paraît essentiellement associé sans discordance. Quant à l'horizon calcaire des Aldudes, il est très contourné et assez épais; vers la partie supérieure il présente des roches semblables à celles d'Esterencuby et de Béhérobie; et, au nord d'Eugui, il est recouvert par la grauwacke schisteuse, remplie de plantes du terrain houiller. Parmi les échantillons provenant de ce dernier point, M. Renault a pu reconnaître *Calamites cannæformis*, et M. Etheridg a reconnu une *Lingula*, ressemblant à la *L. squamiformis*. Cett grauwacke, passant en dessous à des phyllades noirs à concrétions d lydienne, occupe une étendue considérable, et repose sur un calcair rosé que je crois pouvoir identifier avec le calcaire à pectens et térébratules de Béhérobie et Mendive. Au sud de Mendive, la présenc de bandes de lydienne, ressemblant à celles du Carbonifère, dans le calcaires, poudingues, et grauwackes au-dessous du Trias, m'a par confirmer la présence du Carbonifère, qui est d'ailleurs suffisammen indiqué par les relations stratigraphiques. Telles sont, en résumé, le raisons qui m'ont déterminé à donner sur la carte une extension con sidérable au terrain carbonifère. De nombreux détails que je croi inutiles de reproduire me paraissent confirmer la classification ado tée; mais j'ai hésité à classer sur la carte dans le Carbonifère un grande partie des roches qui pourraient bien appartenir à ce terrain Des affleurements de calcaire à l'est et au sud d'Urdax sont indiqué sur la carte comme dévoniens, mais sont très probablement d même calcaire qui forme la base du Carbonifère dans le massif d Sumbilla.

PERMIEN. — Les preuves de l'existence du Permien dans les Pyrénées consistent jusqu'ici dans certaines coupes très peu concluante relevées par M. Magnan dans les Corbières, et dans l'observatio consignée dans le compte rendu de la Réunion extraordinaire d Bayonne en 1866, que certaines couches observées par la Société gé logique à la Rhune « ont éveillé son attention par leur ressemblan frappante avec certaines couches permiennes des autres parties de France ». La coupe de La Rhune, par M. Garrigou, représente Permien en discordance complète avec le Trias. Cette discordan n'existe pas, comme on peut voir par mes deux coupes (fig. 3 et 4 Il ne restait donc que l'analogie d'apparence, et cette analogie m semblé peu concluante, puisque on peut trouver des roches semblables, soit dans le Trias au-dessus, soit dans le Carbonifère au-dessous ; et la présence de 50 à 100 mètres d'argilite rouge à la base du Trias est assez fréquente en Allemagne et ailleurs. A l'endroit dont il est question dans le compte rendu, j'ai trouvé la succession suivante au-dessous du poudingue du Trias.

Argilite rouge	70.00
Argilite jaune	20.00
Argilite grossier passant au grauwacke, avec fragments de schistes, concrétions d'hématite, et de petits galets de quartz	
Argilite jaune	50.00
Grauwacke noirâtre avec bande de lydienne	
Grauwacke avec fragments de plantes	
Poudingue à éléments de schistes et de lydienne	
Argilite jaune	
Schistes gris avec bandes charbonneuses	
Poudingue à éléments de schistes et de quartz	
Schistes à bandes charbonneuses avec *Pecopteris Miltoni*, etc.	
Total.	140.00

Dans tout cela on ne voit pas bien où mettre la base du Permien et le sommet du Carbonifère ; si je n'avais pas trouvé ailleurs des faits qui confirment l'hypothèse de l'existence du Permien dans la région, j'aurais été fort disposé à classer l'argilite supérieure à la base du Trias, et tout le reste dans le Carbonifère. L'argilite paraît s'amincir rapidement vers l'est ; mais, vers l'ouest, et vers le sud, elle s'épaissit et passe à des poudingues à éléments calcaires provenant du calcaire carbonifère. Au-dessous du sommet de la grande Rhune, et aussi au milieu de ma coupe n° 4, ces poudingues présentent, avec l'argilite, une épaisseur de plus de 150 mètres. Un peu à l'ouest du plateau au milieu de la Rhune, c'est-à-dire en descendant vers Olhette, on trouve encore des fragments rouges de calcaire qui m'ont paru provenir de l'argilite inférieur au Trias. Des poudingues parfaitement analogues accompagnent la base du Trias dans la vallée de la Nive à Bidarray et au nord des Aldudes. Ces poudingues, à éléments calcaires, provenant de l'érosion du calcaire carbonifère et du Dévonien, représentent probablement une époque d'érosion pendant laquelle l'horizon des calcaires était surtout attaqué ; ce qui aurait naturellement eu lieu avant l'érosion principale des quartzites du Silurien, qui ont fourni les éléments habituellement siliceux du Trias. Ce Permien, à la base du Trias, paraît être plus intimement en relation avec ce dernier qu'avec le Carbonifère. En somme, je crois qu'on peut admettre l'existence d'une formation assez distincte, qui serait, en effet, le Permien. Une particularité remarquable est le fait que dans le Permien je n'ai trouvé que quatre gisements d'ophite, — trois à la Rhune (voir fig. 3 et 4.), et un autre à l'ouest de Bidarray, — et que tous les quatre sont spilitiques, tandis que je n'ai jamais trouvé de l'ophite spilitique ailleurs. Cette variété d'ophite a été signalée par de Charpentier dans la vallée de Leispars près Baigorry; mais il est de toute probabilité que le Permien passe par là, car je l'ai trouvé au nord et au sud, à la base de la même bande continue de Trias.

Trias. — Le Trias, assez variable en détail, est de composition assez constante en grand. Des poudingues à éléments de quartzite occupent ordinairement la base; parfois ils se présentent à un niveau plus élevé, parfois ils manquent entièrement. Quelquefois le Trias est seulement représenté par les poudingues, d'autres fois par les grès, parfois par les marnes irisées ; on peut suivre d'un point à un autre cette disparition successive des trois horizons qui se présentent le plus souvent ensemble. La présence de petites failles est surtout fréquente dans le Trias ; le grès, souvent rigide, de cette formation, paraît se prêter mal aux plissements des schistes qui le supportent ; ce grès paraît ainsi comme craquelé par des failles, ou bien il s'élève en dalles immenses qui forment le dos de montagnes élevées. Souvent, cependant, les failles sont accompagnées de courbures asse rapides des grès. Le Trias est bien caractérisé à La Rhune (fig 3 et 4.)

Jurassique et crétacé. — Les petites collines de la plaine a pied Nord des montagnes, et la région analogue du plateau élevé d la Navarre, sont composées en grande partie par une formation trè analogue au *Flysch* ou *Wiener Sandstein* de l'Autriche, et que je désignerai désormais comme Flysch. Ce terrain consiste en grès e calcaires avec bandes de silex, marnes avec lits minces de silex schistes noirâtres micacés avec lits gréseux minces ou « schistes pourris », et poudingues à fragments anguleux de schistes noirs et galet de quartzite, de lydienne, et de quartz de filon. Il est excessivemen plissé, en petits plis, disposés le plus souvent de telle manière qu les couches plongent vers les montagnes ; et, dans le voisinage de montagnes, il ressemble souvent aux schistes du terrain paléozoïqu Entre Biarritz et Bidart, à Caseville, des roches semblables, en parti lardées de gypse, ont été rapportés à cette même formation pa M. Jacquot. Selon lui cette formation serait le Turonien, et explique sa présence à Caseville par une faille. Mais la discordanc de stratification, citée par M. Jacquot à Caseville, disparaît à mesu qu'on s'approche de la faille supposée, et ces roches paraissent e réalité reposer en concordance sur le Sénonien de Bidart. Du côté S. des mêmes calcaires sénoniens, la formation en question, qui de là se développe jusqu'au pied des montagnes, présente au contact avec le Sénonien une brèche qui contient des fragments rongés du calcaire rose qui occupe à peu près le sommet du Sénonien. Les couches de contact plongent de plus de 75° vers le N. Il y a donc là, ou une faille, ou la preuve que le Flysch est postérieur au Sénonien de Bidart.

Dans le Flysch je n'ai pu rien trouver que les fucoïdes déjà connus et qui sont identiques avec ceux du Flysch des Alpes; des *arenicolites*, des traces douteuses de poissons et de coprolithes, et, à l'O. de Lecumberri, une impression ressemblant à *Scolicia prisca*, déjà connue à Saint-Sébastien et à Orignac. J'ai trouvé des roches semblables, et parfois lardées de gypse, autour d'Olot en Catalogne; ces dernières sont au-dessous de l'Eocène supérieur ou d'eau douce, et au-dessus de calcaires blancs avec *Spondylus spinosus* et *Hippurites* du Crétacé supérieur; vers la base ils présentent des fossiles de l'Eocène, surtout des turritelles, etc., ressemblant à ceux du calcaire grossier parisien (1).

Le Flysch recouvre indifféremment des affleurements de Turonien, Cénomanien, Néocomien, Corallien, Oxfordien, Bajocien, Lias, Trias, ophite, granite, etc.; il englobe les affleurements des couches contournées, fracturées, et érodées, de tous ces horizons, qui forment le soubassement des plaines mamelonnées au pied des Pyrénées. Ces affleurements se présentent parfois en masses de quelques centaines de mètres de long sur quelques dizaines de mètres d'épaisseur; parfois en petites buttes entourées de brèches, qui, sur la direction des couches, disparaissent bientôt entre les plaques du Flysch, sous forme d'une mince traînée de poudingue. Dans une pareille butte à

---

(1) J'ai indiqué cette ressemblance dans mes « Notes sur une excursion géologique en Catalogne » publiées dans le Bulletin de la Société Ramond de 1869, et dont l'extrait suivant pourrait offrir un certain intérêt : « En Catalogne, surtout dans les environs d'Olot, le terrain éocène ressemble, sur de grandes étendues, au Turonien des environs de Saint-Jean-de-Luz. Il présente ces bandes et ces rognons de silex qui sont si fréquents dans le Crétacé supérieur; il montre les mêmes alternances de bancs minces de calcaire, de grès et de marne, les mêmes plissements subits et fréquents, la même couleur générale, et jusque dans ses moindres détails minéralogiques il ressemble au Turonien des Basses-Pyrénées. Cet Eocène à facies turonien contient pourtant des nummulites et d'autres fossiles indubitablement éocènes, et il se relie sans aucune séparation stratigraphique avec des roches éocènes, dont la couleur générale est rouge et dont les autres caractères sont aussi ceux de la plus grande partie de cette formation dans le nord de l'Espagne. »

Ihins, à six kilomètres au N. de Sare (voir fig. 5.), j'ai trouvé les fossiles suivantes :

Terebratula insignis (ou Zieteni) *variété* identique avec certaines formes du Coral Rag de l'Allemagne et de l'Echaillon [H.]
T. bisuffarcinata, commune en France dans l'Oxfordien Supérieur [H.]
Rhynchonella inconstans, du Jurassique supérieur [Eth.]
R. concinna, Wilsensis, du Jura de Wils [H.]
Rhynchonella du Coral Rag de France [H.]
Neritopsis [H.]
Montlivaultia [H.]
Cidaris.
Thecosmilia.

Un petit affleurement du même calcaire dans le voisinage m'a fourni des *Thamnastrea* [Eth.]. Au N. d'Ihins j'ai trouvé un calcaire blanchâtre pétri d'*Orbitolina concava* parfois de grande taille. Au S. d'Ihins, de l'autre côté de la Nivelle, le coteau élevé présente les affleurements de quatre calcaires superposés et séparés par des grès et schistes. Celui de la base est probablement du Lias, et repose sur des grès du Trias avec ophite, qui occupent le fond de la vallée; au-dessus vient le Corallien avec *Rhynchonella inconstans* [H.] polypiers, etc., comme ailleurs ; au-dessus est le calcaire blanchâtre avec *Orbitolina concava ;* au-dessus, un calcaire gris, assez épais, avec section de radioles de *Cidaris.* Tous ces calcaires plongent fortement vers l S.-E., et sont apparemment en concordance, étant recouverts par de grès et poudingues du Flysch. Au milieu des collines qui de ce poin se développent vers Sare, j'ai trouvé des schistes noirs avec *Ammonite* voisine de *A. serpentinus* du Lias Supérieur [H.]. Au point d'affleurement des calcaires un peu au N. de Sare, indiqué sur la même coup fig. 5, j'ai trouvé un calcaire de plus de cinq mètres d'épaisseur e qui se présente sur plus de cent mètres de long. Il est recouvert pa des grès et schistes qui passent au Flysch. Ce calcaire contient :

Rhynchonella tetraedra [H.]
Waldheimia Davidsoni [H.]
Terebratula Mariæ? [F.]

Dans les schistes noirs au-dessous de ce calcaire :

Pecten æquivalvis [F.] très abondant.
Belemnites tripartitus [H.] très abondant.
Ammonites Boblayei ou *margaritatus* jeune? [F.]
Plicatula spinosa [F.]

Dans des grès et schistes noirs, passant au calcaire, à deux kil mètres d'Ascain sur la route de Sare, et qui ressemblent précisémen au Lias ci-dessus, j'ai trouvé des impressions qui m'ont paru sur terrain représenter un scaphite, ressemblant à *Scaphites Geinitzii.* M. Fischer a trouvé qu'elles rappelaient certains scaphites du Crétacé. Mais M. Munier-Chalmas m'a montré que ces impressions pouvaient bien représenter des parties de l'*Ammonites primordialis* du Lias et d'une autre Ammonite du même terrain. Entre la couche qui m'a fourni ces impressions et les marnes irisées du Trias il y a un poudingue intercalé entre des bancs d'un grès tendre passant à un schiste noir pareil à celui du Lias ; le tout paraît en stratification concordante ; et le poudingue est composé de cailloux roulés de quartzite provenant du Trias, et de cailloux roulés et subanguleux d'ophite décomposée. Les détails minéralogiques et stratigraphiques les plus minutieux, ainsi que les relations des terrains de tout le voisinage m'ont paru prouver que ce poudingue appartient au Lias. Depuis que je me suis occupé de la classification du Flysch, je crois devoir suspendre toute conclusion sur cet exemple d'un phénomène dont je pourrai citer d'autres cas.

A l'E. et a l'O. d'Ascain et à Olhette, c'est-à-dire en suivant le pied des montagnes a l'O. de l'affleurement de Corallien d'Ihins, j'ai trouvé d'autres petits affleurements de Corallien. Celui à l'E. d'Ascain m'a présenté des radioles de *Cidaris*, des Rhynchonelles, et des polypiers ; celui de Portucarrica, a l'O. d'Ascain m'a fourni :

Rhynchonella inconstans [H.]
Montlivaultia [Eth.]
Cidaris glandifera [F.]
Hemicidaris [F.]

Un affleurement à Olhette m'a donné :

Rhynchonella inconstans [H.]
Thamnastrœa.
Terebratula insignis.

Au S. de Sare (fig. 5.), les montagnes, déviées vers le S. forment un grand amphithéâtre dont le fond est une plaine mamelonnée composé de Flysch. A l'O. cet amphithéâtre est bordé par la Rhune, à structure compliquée et fracturée ; au N., la ligne droite du relèvement de Trias, Lias, etc., indiquée sur la coupe, ferme l'amphithéâtre ; mais tout le reste, depuis le pied de la montagne d'Ibantelli jusqu'au N.-E. d'Ainhoue, sur une longueur de 14 kilomètres, est bordé par un calcaire dans lequel M. Leymerie a déjà signalé *Caprina adversa* et *Radiolites foliaceus*, et M. Hébert le *Radiolites Mortoni.* Ce calcaire est recouvert par des grès et poudingues à petits éléments quartzeux, passant au Flysch ; il est tantôt gris à parties roses et vertes, tantôt d'une blancheur éclatante à la surface ; au pied de l'Ibantelli il plonge de 80° vers le N. ; plus à l'E., il est vertical ; à Ainhoue, il paraît même renversé par places, ou, du moins, en discordance avec le Flysch. Au pied de l'Ibantelli ce calcaire m'a fourni

Fig. 5

(Douze kilomètres)

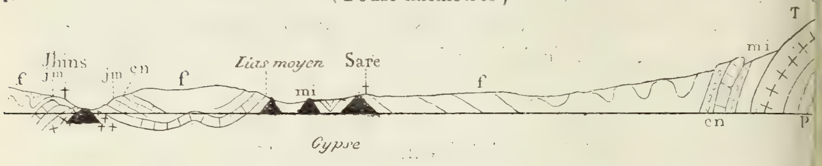

N
S
Jhins
f
jm
jm
cn
f
Lias moyen
Sare
mi
f
T
mi
cn
P
Cypse

Fig. 6

(Deux kilomètres)

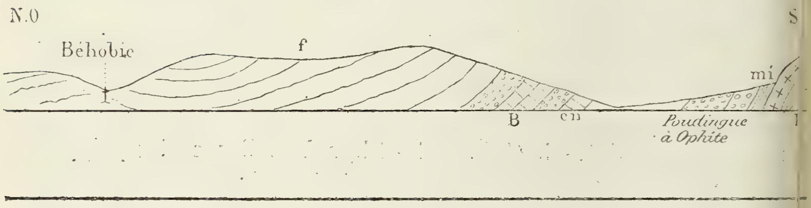

N.O
S
Béhobie
f
mi
B
cn
Poudingue
à Ophite

Fig. 7

(Six kilomètres)

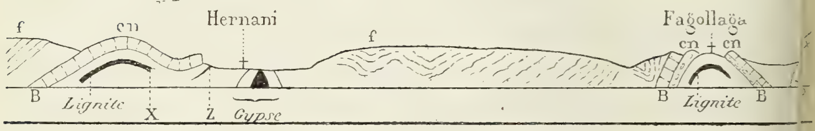
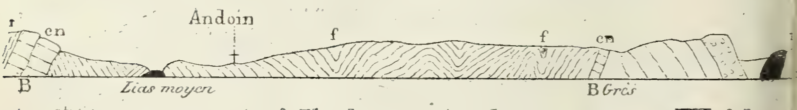

N.O
f
cn
Hernani
f
Fagollaga
cn
cn
B
Lignite
X
Z
Gypse
B
Lignite
B

Fig. 8

(Cinq kilomètres)


N.O
f
cn
Andoin
f
f
cn
B
Lias moyen
B Grès

Signes des coupes

f *Flysch*	jm *Jurassique moyen*	▨ *Ophite*
cn *Cénomanien*	ji *Jurassique inférieur*	⊟ *Calcaires*
mi *Marnes irisées*	P *Paléozoique*	⊞ *Trias*

des échantillons bien caractérisés de *Caprina adversa* et *R. foliac* avec *Rhynchonella difformis* [H.] ; à l'E. d'Ainhoue, j'ai pu reconna des sections de la *Caprina adversa.* A deux kilomètres au N.-N.-E. d'Ainhoue le calcaire se perd dans des brèches et poudingues d'une épaisseur considérable ; à l'O. de l'Ibantelli, il est limité par une faille qui passe au S. de la Rhune. L'épaisseur du calcaire est de 15 mètres à l'Ibantelli ; au-dessous, on trouve 4 mètres d'un poudingue à éléments roulés de quartzite du Trias et à pâte calcaire, 20 mètres de schistes, 3 mètres de calcaire avec cailloux de quartz, 5 mètres d'un calcaire blanchâtre ressemblant à celui qui renferme ailleurs l'*Orbitolina concava*, et avec petits cailloux de quartz, 40 mètres cachés, quelques mètres de poudingue à éléments quartzeux avec pâte un peu calcaire ; puis les marnes irisées et les grès du Trias, avec terrain houiller au-dessous. Sur tout le reste de son parcours le calcaire est toujours à moins de 100 mètres du Trias, sur lequel il paraît reposer directement à Ainhoue.

Les affleurements du Jurassique au N. de Sare sont, vers l'E., parfois reconnaissables, parfois cachés par le Flysch. Au N.-E. d'Espelette ils se montrent à mi-chemin d'Espelette à Cambo, irrégulièrement enveloppés par le Flysch. Ce qu'on voit de plus haut en ce point est un calcaire presque entièrement composé de radioles de *Cidaris* ressemblant à *Cidaris pyrenaica;* il repose sur des marnes et calcaires marneux. Le calcaire à *Cidaris* passe par Cambo vers Urcuray ; à Olha, il présente des intercalations marneuses remplies de petites huîtres, et passe en dessous à un calcaire à Rhynchonelles ressemblant au Corallien, et qui repose sur des calcaires marneux à Bélemnites du Jurassique. Ces derniers s'étendent, par suite de contournements, depuis Olha et Cambo jusqu'à l'établissement thermal. Ce système est moins étendu vers l'E ; à Urcuray il est presque vertical, en contact avec le granite par faille sans métamorphisme, et recouvert au N. par les mêmes « schistes pourris » du Flysch qui recouvrent directement le Corallien d'Ascain et le Cénomanien de Sare. Ces mêmes schistes pourris reposent directement sur le granite plus à l'E., et cachent tout depuis Hélette en passant par Suhescun, jusqu'au voisinage d'Ainhice, au N.-E. de Saint-Jean-Pied-de-Port. Ici passent des affleurements de calcaire à *Rhynchonella lata* [F.] qui courent du N.-O. au S.-E., et s'élèvent à une grande hauteur pour former le sommet du pic d'Aphanice, où ils présentent le « calcaire à dicérates ». Les calcaires marneux du Jurassique affleurent vers Saint-Jean-Pied-de-Port, puis le Trias avec ophites. Le « calcaire à dicérates » forme le grand promontoire montagneux entre Ainhice, Saint-Just, Musculdy, et Tardets.

A l'O. du méridien d'Ascain, on trouve les affleurements de Corallien déjà cités au pied des montagnes triasiques ; le Lias paraît être représenté par des grès; le reste est caché par le Flysch. A la frontière, à Béhobie, on traverse ma coupe fig. 6. Jusqu'au point B, sur cette coupe, on trouve des grès, marnes, et calcaires à *Chondrites intricatus* et *Targioni*, avec bancs épais de poudingue vers la base, à galets de quartz et fragments de schistes noirs. Au point B, un calcaire en dalles, à enduits noirs et petits bancs de poudingue, qui se retrouve au S. de Saint-Jean-de-Luz et au-dessus du Corallien, se présente sur une épaisseur considérable. Après plus de 150 mètres cachés, on trouve 60 mètres de poudingue à base de schiste avec gros blocs anguleux de schistes anciens, fragments de poudingue de Trias, et blocs de porphyre quartzifère, puis, vers la base, des blocs et galets anguleux, subanguleux, et bien roulés d'ophite bien conservée. Ce poudingue paraît stratifié en concordance entre le Trias au-dessous et les calcaires au-dessus; et il m'a paru être distinct des poudingues qui accompagnent le calcaire B.

En poursuivant au S., on trouve à Hernani et Andoin mes coupes (fig. 7 et 8.) Dans ces coupes, les calcaires indiqués par le signe B paraissent identiques. Les poudingues, qui accompagnent ces calcaires au pied des montagnes, sont très semblables aux poudingues qui accompagnent le calcaire à Caprines de Sare. A Hernani et à Fagollaga (fig. 7.), le calcaire repose sur des marnes sableuses et grès avec bancs d'un lignite composé de petites plantes indéterminables, mais ressemblant à de petites fucoïdes. Au N.-O. d'Hernani, ce lignite commence à 20 mètres au-dessous du calcaire, dont il est séparé par un grès schisteux. Vers Hernani une marne sableuse noire au-dessous du calcaire présente sur deux points (X. Z. fig. 7.) de petites Orbitolines. Celles du point X sont, selon M. Munier-Chalmas, *Orbitolina conoïdea* et *O. discoïdea;* celles du point Z sont, selon M. Munier Chalmas, indéterminables. Ici, je ne puis éviter de placer une observation paléontologique. Les Orbitolines des Pyrénées Occidentales me paraissent offrir des formes intermédiaires entre *O. conoïdea* et *discoïdea* et l'*O. concava*. Ces formes sont souvent affectées par l'aplatissement latéral ou vertical sur l'axe de la coquille; et, en somme il me semble qu'on pourrait trouver les espèces *O. concava*, *conoïdea*, et *discoïdea* dans la même couche, et prendre les deux premières pour la *concava*, ou qu'on peut encore trouver des formes intermédiaires impossibles à classer. En tout cas, on peut bien admettre que des foraminifères ont très peu de valeur paléontologique. Les petites Orbitolines d'Hernani se trouvent sur le même horizon que le lignite, sinon un peu au-dessus. J'ai trouvé des bandes minces charbonneuses avec les mêmes petites tiges de plantes au S. d'Ihins (coupe 5), dans les grès qui accompagnent le calcaire à *Orbitolina concava*, et probablement au-dessous de ce calcaire. Un banc de lignite impur se trouve aussi dans le Néocomien de Leiza (fig. 9). Au-dessus du calcaire, à Hernani, il y a 50 à 60 mètres de grès semblable à celui qui se trouve entre Ascain et Sare à la base du Flysch, puis 100 mètres de schistes argilo-sableux, passant peu à peu aux schistes pourris de Sare et d'Ascain qui se développent largement au N. O. Entre l'affleurement continu du calcaire au N.-O. de Hernani et d'Andoin, et l'autre affleurement au pied des montagnes il y a le Flysch, qui enveloppe des affleurements de Jurassique. Immédiatement à l'O. d'Andoin (fig. 8), des espèces du Lias moyen ont été trouvées par M. de Verneuil : il y a là des calcaires marneux avec cargneules qui sont évidemment continus avec le Jurassique de Tolosa. De ce point, en suivant la direction N.-O. des couches, on trouve une série de pointements d'ophite, avec gypse, entre Andoin et Hernani. En suivant la même direction au S.-E., on trouve des masses plus considérables d'ophite, et, enfin, à Frura, une petite butte de grès micacés triasiques, presque entièrement cachés sous les calcaires jurassiques à Ammonites et Belemnites caractéristiques. Cette butte contient un filon de fer oligiste avec pyrite cuivreuse, jadis exploité. D'autres petits affleurements de Trias existent à l'E. de Tolosa. On peut donc affirmer avec certitude que les ophites de cette région, ainsi que les gypses, sont en relation avec le Trias; et il est très probable que d'autres mines, classés dans les terrains jurassiques ou crétacés, sont pareillement situées dans les formations plus anciennes.

Quel est, maintenant, le calcaire B des coupes 6, 7, et 8 ? Ce calcaire, entre deux poudingues au pied des montagnes, entre deux grès quand il est plus loin des montagnes, est sans doute le calcaire à Caprines de Sare. Entre les coupes 6 et 7 il se montre à Ogarzun, entre deux poudingues très près du Trias, et sous forme d'une masse d'huîtres de plus de 5 mètres d'épaisseur. Parmi mes échantillons de ces huîtres, M. Fischer a cru reconnaître *Ostrea Boussingaulti* du Néocomien, et M. Munier-Chalmas *O. Caderensis* du Turonien ; mais es échantillons étaient mal caractérisés. A Hernani on voit des sections de grandes huîtres et de rudistes. A Andoin le calcaire est très épais et contient des rudistes qui m'ont paru plutôt du Turonien que du Cénomanien, ce qui est d'ailleurs confirmé par l'opinion de M. Fischer et de M. Hébert d'après les croquis que j'en ai faits sur place. Il semble donc qu'il y a depuis Ainhoue jusqu'au delà d'Andoin une bande de calcaire qui représente le Cénomanien et parfois aussi le Turonien, qui est recouvert par le Flysch, et qui repose parfois sur le Trias, parfois sur le Corallien, parfois sur le Néocomien, parfois sur le Cénomanien inférieur à *Orbitolina concava*. Le lignite de Hernani, Fagollaga, Ascain, et Leiza appartiendrait au Néocomien. A Carrica, au S.-E. d'Oyarzun, on trouve un marbre rose à *Thamnastræa* [Eth.] qui est probablement un affleurement du Corallien. Autour de Tolosa, les couches jurassiques se relèvent et forment une sorte de prolongement des Pyrénées. Le Néocomien paraît être largement développé au-dessus du Jurassique. A Leiza (fig. 9.), les terrains sont dans une position plus normale et présentent la série suivante :

1. Schistes, grès, et marnes, très semblables au Flysch.
2. Calcaires noirs et marnes à Bélemnites, entroques, etc., avec brèches et cargneules à la base.
3. Calcaire argileux avec :

   Ammonites voisine de *biplex* [Eth.]
   Ammonites voisine de *plicatilis* [H.]
   Belemnites hastatus ? [H.]

4. Calcaire marneux avec spongiaires.
5. Calcaire argileux noir, pyriteux, avec :

   Panopea voisine de *Neocomiensis* [H.]
   Trigonia à facies Néocomien [H.]
   Inoceramus [H.]
   Waldheimia [Eth.]
   Grande *Lima* ressemblant à *Lima gigantea*.
   Petites huîtres.

6. Calcaire rugueux à *Orbitolina??*
7. Lumachelle à petites huîtres, et polypiers très voisins de *Lithostrotion*. [Eth.]
8. Schistes noirs.
9. Couche charbonneuse.
10. Lumachelle à grosses et petites huîtres, *Hamites?? Ostrea Leymerii??*
11. Lumachelle semblable avec petites huîtres et radioles de *Cidari Pyrenaica?* [H.]
12. Série de dalles et schistes noirs passant à des schistes semblables au n° 1.
13. Lumachelle à grosses et petites huîtres. Schistes avec banc de calcaire.
14. Calcaire marneux et marnes avec :

    Ammonites Gerveliæ ou *microstoma* [H.]
    Petite Bélemnite, probablement *B canaliculatus* [H.]

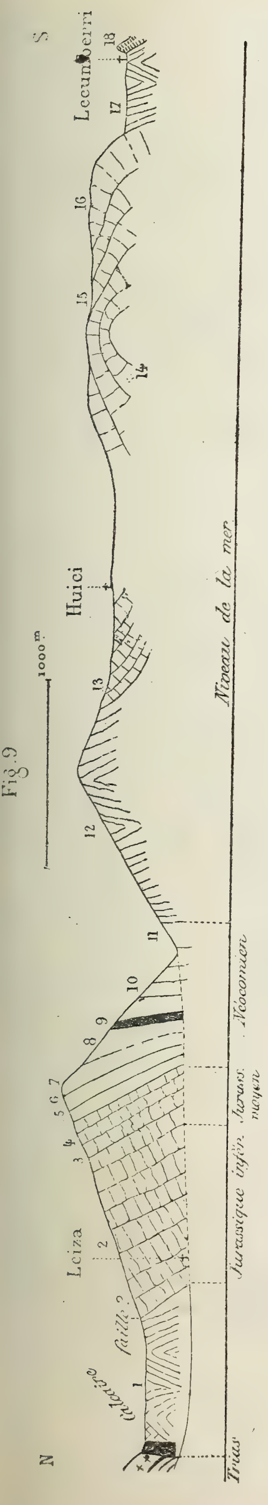


Fig. 9

N
S
1000m
Leiza
Huici
Lecumberri
calcaire
faille ?
1
2
3
4
5 6 7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
Niveau de la mer
Trias
Jurassique infér.
Jurass. moyen
Néocomien

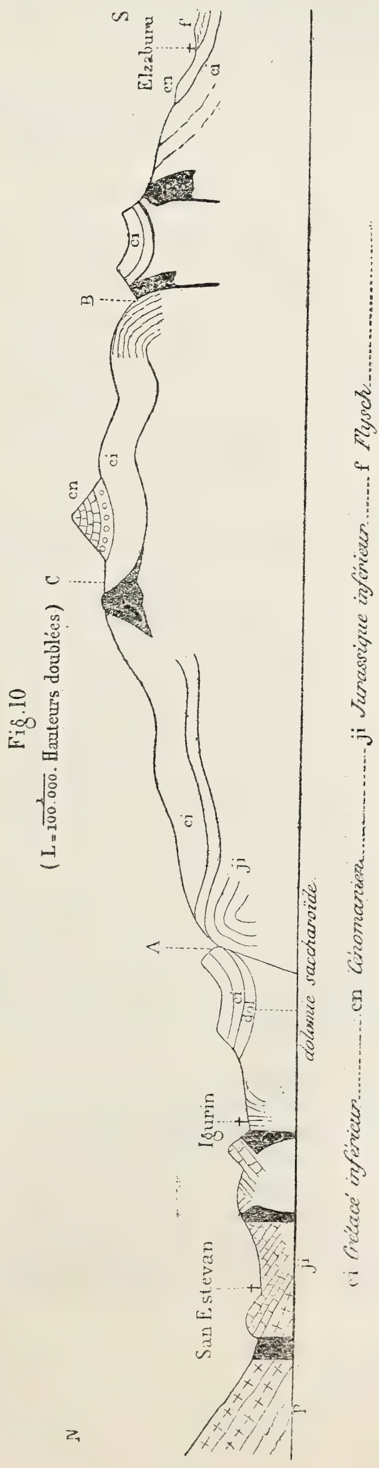


Fig. 10

(L = 1/100.000. Hauteurs doublées)

N
S
San Estevan
Igurin
A
B
C
Elzaburu
ci
cn
ji
j¹
f
p
dolomie saccharoïde
ci Crétacé inférieur
cn Cénomanien
ji Jurassique inférieur
f Flysch

15. Lumachelle à huîtres.

16. Calcaire ressemblant à (10) et (11) avec *Cidaris* et polypiers du Crétacé (Eth.)

17. Schistes noirâtres.

18. Calcaire sableux à *Orbitolina concava* [F.]

Cette coupe a été exécutée très rapidement, surtout la partie entre les n° 13 et 16.

Les directions et plongements sont assez variés, mais sont suffisamment représentés par la coupe.

Depuis Lecumberri jusqu'à l'E. de Burguete, sur près de 50 kilomètres de l'E. à l'O. j'ai trouvé des schistes semblables au Flysch, qui reposent sur des grès ou des marnes sableuses remplis d'*Orbitolina concava* [F.], dont l'affleurement le plus à l'E. que j'aie pu atteindre est à 2,500 mètres au S. de Burguete. Le grès est là assez mince, et m'a fourni des *Orbitolina concava* de toute taille, une petite *Lima* [Eth.], et une petite huître ressemblant à *O. columba ;* il repose en discordance sur un massif de Trias avec mines de cuivre gris, et il est recouvert par un calcaire blanc, sur lequel repose le Flysch. Au N. du Flysch un calcaire blanc semblable est en contact tantôt avec le Carbonifère, tantôt avec le Dévonien, parfois avec quelques traces de Trias intercalé. Sur cette lisière N., au pied des hautes montagnes, je n'ai pas trouvé l'*Orbitolina concava* à l'E. d'Elzaburu. Mais de là à Lecumberri, les couches pétries de cette Orbitoline sont très développées, et, passant à un calcaire compact, montent vers le sommet de la haute chaîne de Velate (fig. 10.). Cette espèce de chaîne extérieure, — bord relevé du plateau de la Navarre, et véritable crête géographique des Pyrénées, — est composée d'un soubassement jurassique de calcaire argileux passant au grès argileux ; de schistes calcaires, et grès avec petites Orbitolines du Crétacé inférieur ; et d calcaire cénomanien à *Orbitolina concava*, avec un poudingue à l base à éléments de calcaire, d'argilite rouge, et d'une roche ressemblant à l'ophite, provenant des couches variées sur lesquels il repose Le calcaire du Crétacé inférieur plonge sous la plaine au N. d'Arraiz au pied du port de Venta de Velate. Ce calcaire m'a fourni là :

Rhynchonella lata [F.]
Pseudodiadema du Crétacé [Eth.]
Cidaris du Crétacé [Eth.]
Terebratula ressemblant à *prælonga ?* [H.]

Ce calcaire paraît être le même que celui qui surgit au N. d Lecumberri (fig. 9, n° 16), et devrait représenter le Néocomien ; est recouvert par des schistes noirs à concrétions ferrugineuse ıssant aux « schistes pourris » de Sare. Cependant, le massif de elate est composé de parties très contournées et fracturées, et dans s parties crétacées j'ai rarement trouvé autre chose que des *Orbito- es*, — formes d'une valeur paléontologique douteuse. Ayant com- ıré des masses de ces orbitolines, je crois que celles trouvés vers la ıse du premier massif de Crétacé au S. d'Igurin (fig. 10. point A) ınt du Crétacé inférieur, probablement *Orbitolina lenticulata*, et sont nsi différentes des *Orbitolina concava* qui abondent à Elzaburu. ıésite à classer un poudingue à ophite, trouvé au N. d'Igurin et qui evrait être cénomanien ou néocomien ; mais, au point B sur la upe, il y a des schistes pénétrés et métamorphisés par l'ophite. Ils nt traversés par de petites veines de calcite avec cristaux de quartz ramidé ; et il est difficile de constater, même sur la roche bien posée, où l'ophite finit et où le schiste commence. Ces schistes, à ıelques pas de l'ophite, sont pétris d'Orbitolines qui paraissent entiques avec les masses d'Orbitolines d'Elzaburu, que, d'ailleurs, i retrouvées dans des positions analogues. A côté de l'ophite j'ai vu ssi une empreinte de *Lima,* assez ressemblant à *L. Cottaldina ;* et rappelerai ici que j'ai trouvé une *Lima* à Burguete avec les Orbito- ıes du Cénomanien. Des complications stratigraphiques avec failles r ce point, me font cependant admettre qu'il serait plus prudent classer ces schistes à ophite dans le Crétacé inférieur. Il est *possible* e tout le Crétacé de la coupe 10 doive être classé dans le Céno- ınien, qui reposerait en discordance sur le Jurassique et le Trias. pointement de Jurassique inférieur à *Belemnites canaliculatus* se ontre immédiatement au-dessous du Flysch à Aldaz (fig. 17.) ; et st sur le prolongement de ce Jurassique inférieur qu'il existe à deux omètres à l'E., des sources salées exploitées, qui sont ainsi du ias et non du Crétacé. Si tout le Crétacé de la coupe 10 est céno- ınien, il faut attribuer au Cénomanien le calcaire de Lecumberry d'Arraiz dont les fossiles sont peu caractéristiques. Les détails atigraphiques et minéralogiques consignés dans mes carnets empêchent d'admettre une telle solution. Dans tous les cas, on ıt affirmer que le Crétacé inférieur de Velate, sinon le Cénoma- n est pénétré et métamorphisé par l'ophite. Sur un autre point, s le sommet de la crête (coupe 10, point C), j'ai trouvé, à côté de hite, des schistes du Crétacé, qui, au microscope, ont paru à Fouqué, franchement métamorphisés. La coupe fig. 17 représente structure compliquée du pied S. de la chaîne de Velate, vers az.

a vallée de Bastan, d'où découle la Bidassoa, est encaissée au ar la haute chaîne de Velate. En descendant de Venta de Velate par Almandoz on suit les calcaires jurassiques avec plaques de véritable pierre lithographique, reposant sur les marnes irisées au-dessus du grès micacé avec poudingue du Trias, bien caractérisé, qui est d'ailleurs encore déterminé par ma découverte du Carbonifère au N. d'Eugui. Tout le long du Trias, les calcaires sont par places métamorphisés et même bouleversés par des injections d'ophite sur une échelle grandiose. Le calcaire est largement transformé, au contact de l'ophite, en dolomie noire cristalline lamellaire, en marbre rose, ou en marbre blanc saccharoïde. Au fond de la vallée de Bastan les calcaires marneux et marnes du Jurassique m'ont fourni les formes suivantes :

Belemnites du groupe des *canaliculati*, [Eth.] très abondant.
B. unicanaliculatus, [H.].
Terebratula voisine de *globata*, [Eth.].
T. ressemblant à *maxillata*, [Eth.].
T. ressemblant à *intermedia*, [Eth.].
Ammonites cycloïdes, [H.].
Rhynchonella.
Entroques.

Les couches qui ont fourni ces formes montrent une épaisseur d plus de 100 mètres et reposent sur le Trias ; ils se trouvent depui San Estevan jusqu'à l'O. d'Irurita ; il y a des calcaires à grande huîtres au-dessus, ainsi que des marnes, des grès, etc. Le Crétac inférieur est probablement représenté ici plus largement que sur m carte ; mais l'absence de fossiles sur tout le coté E. de la vallé ainsi que les détails stratigraphiques, me font adopter le trac indiqué. La présence de petites failles, en relation avec les ophite rendent très difficile l'appréciation exacte de la surface, ou la constatation des horizons.

On peut dire cependant qu'il y a ici le Jurassique inférieur, e probablement le Lias et le Jurassique moyen ; et que le Néocomie est représenté par lambeaux au-dessus. Je n'ai pas trouvé d'Orbito lines au N. du point A de la coupe 10.

Ophites. — J'ai indiqué sur la carte plus de 60 gisements d'ophit J'ai étudié au microscope les roches provenant de plus de la moit de ces gisements, et aussi celles de Biarritz, Anglet, et un gisemen à l'E. de Bayonne ; ces trois derniers ayant apparemment pénétr le terrain crétacé, sinon l'Éocène. Dans ma « Note préliminaire (Séance du 10 janvier 181), j'ai déjà exprimé en partie les résulta de cette étude. Quelques membres de la Société ayant paru douter q les roches ainsi décrites dussent être classées comme ophites, je m suis adressé à M. Fouqué, qui m'a permis d'étudier dans son labo ratoire, et a bien voulu, ainsi que M. Michel Lévy, examiner mes préparations. Grâce à leur bienveillant concours, je puis donc parler avec plus de certitude et ajouter de nouveaux détails. Ayant étudié au microscope tous les gisements qui ont paru, à la coupe, présenter quelque variété de constitution, et ayant seulement négligé ceux qui étaient évidemment identiques avec ceux ainsi étudiés du voisinage, je me crois autorisé à parler de tous les gisements comme si je les avais étudiés tous au miscroscope.

Tous ces gisements présentent une roche du même type. Toutes ces ophites sont des diabases ou des dolérites plus ou moins décomposées. Dans presque toutes on voit des plages assez étendues d'augite, qui moulent de grands microlithes de plagioclase. De petits cristaux ou des trémies corrodées de fer magnétique, ou de fer titané, avec enduit de sphène, sont éparpillés dans la masse, et sont moulés par les autres éléments. Des grains de quartz d'origine secondaire sont souvent disséminés dans les interstices. La chlorite se présente toujours. L'augite montre presque invariablement des parties plus ou moins altérées, dans lesquelles on peut distinguer plusieurs stades d'altération. Quelquefois l'augite est devenue diallagique, plus rarement elle est transformée plus ou moins complètement en amphibole. Dans plusieurs cas l'augite est entièrement transformée en calcite, notamment dans les cailloux d'ophite provenant de deux poudingues stratifiés (Béhobie, coupe 6 ; et Igurin, coupe 10). Le feldspath est tantôt du Labrador, tantôt de l'Oligoclase, parfois les deux ensemble, mais dont l'un ou l'autre prédomine. Le fer oligiste et la pyrite sont assez fréquents. L'épidote s'est rarement présentée. L'apatite se trouve dans quelques échantillons. La serpentine, comme produit d'altération, se présente quelquefois. On n'a en aucun cas pu constater la présence de l'olivine.

Ces résultats confirment pleinement les descriptions de l'ophite déjà publiées par MM. Fouqué et Michel Lévy. Ces dolérites ou diabases passent par décomposition à l'euphotide ou à une sorte de diorite. De la même façon ils pourraient fournir une sorte de serpentine. Mais les phénomènes microscopiques tendent à prouver que les ophites des Pyrénées sont les représentants plus ou moins altérés d'un même type de roche.

Quant aux variations dans le développement des microlithes et autres caractères de structure, je n'ai pu constater aucune règle en rapport avec la position stratigraphique ou minéralogique. La seule ophite que j'aie trouvée bien au milieu du terrain de transition (entre Goizueta et Aranbide), présente sous le microscope une structure presque granitoïde, et, sur le terrain, semblait stratifiée. L'augite est bien caractérisée, mais passe par places au diallage et à l'amphibole. Le filon le plus mince que j'aie trouvé (à gauche de la fig. 11.), a présenté les plus petits microlithes de feldspath (Oligoclase), et l'augite était en petits grains de taille analogue ; la structure était ainsi franchement andésitique, se rapprochant de celle des laves modernes.

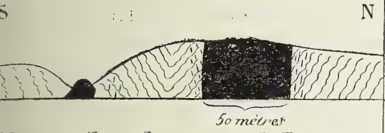
Les relations stratigraphiques des ophites sont le plus souvent difficiles à déterminer (1). La roche est habituellement très décomposée vers la surface et, par suite, les contacts sont peu nets. Les fig. 11, 12, 13 et 14 prises sur des sections parfaitement exposées me paraissent prouver d'une façon positive que l'ophite s'est injectée à travers les schistes. Les fig. 16 et 17 sont des exemples des relations que j'ai trouvées habituellement entre les ophites et les roches stratifiées. Les ophites, partout où j'ai pu démêler plus ou moins leurs relations, sont, en effet, des roches anormales qui accompagnent des failles ou des bouleversements singuliers des couches. Même dans le Trias je n'ai pas trouvé un seul exemple d'un gisement d'ophite dont on puisse dire qu'il soit normalement stratifié. Dans plusieurs cas, notamment à Almandoz, où l'ophite paraît stratifiée entre deux calcaires jurassiques, le calcaire du toit est converti en dolomie largement cristalline ou en calcaire saccharoïde. Dans les argilites rouges du Permien, au-dessous du Trias de la Rhune (fig. 3 et 4), il y a plusieurs injections d'ophite. Au-dessus d'Ascain on pourrait imaginer que l'ophite est stratifiée dans l'argilite ; mais j'ai trouvé là un gros fragment du grès triasique qui le recouvre, empâté dans l'ophite et métamorphisé en véritable jaspe pyromaque. D'ailleurs, cette ophite est tantôt en contact avec le Trias, tantôt à une certaine profondeur au-dessous. Le Permien contient habituellement de petites concrétions de fer hématite ; et, au contact de l'ophite ces concrétions sont converties en fer spéculaire. Au-dessus du grès du Trias de la Rhune, il y a un autre grand gisement d'ophite qui a été figuré par M. Garrigou (2) comme exemple caractéristique de l'ophite stratifiée et d'origine sédimentaire. On peut voir dans un ravin profond, à quelques mètres à l'E. de la coupe de M. Garrigou, les véritables relations de cette ophite qu'il a figurée en couches et avec cailloux roulés. Cette ophite forme une masse continue (fig. 3) avec brèches de contact. Quant aux cailloux roulés, dont M. Garrigou n'a pas indiqué la composition, je n'ai rien pu trouver que des nodules provenant de la décomposition botyroïdale de l'ophite.

---

(1) Les ophites sont représentées en noir sur les coupes.

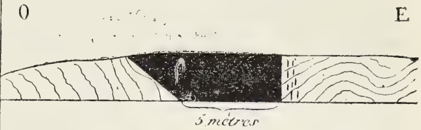
(2) *Bulletin*, T. XXV, 1868.

Fig. 11


S
N
50 mètres

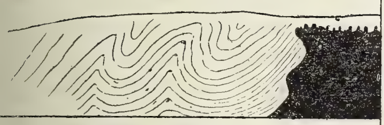
chiste argileux du terrain de Transition
réchoide au contact de l'Ophite
Un kilomètre au S d'Espelette

Fig. 12



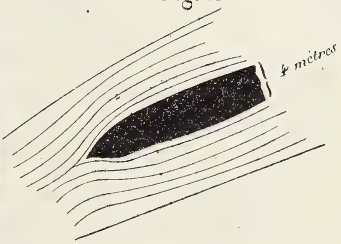
Marnes irisées du Trias, bréchoides à droite,
magnesiennes à gauche, au contact de l'Ophite
Quinze cents mètres l'O. S.O. d'Ascain

Fig. 13
(Dix mètres)



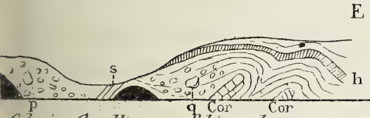
Schistes jurassiques pénétrés par
l'Ophite à Helbarron, au N. d'Ascain

Fig. 14



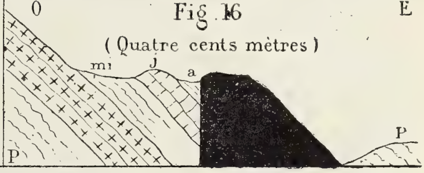
Plan d'une autre pénétration d'Ophite
dans les mêmes schistes de Helbarron

Fig. 15
(Cent mètres)


E
s
h
p
q
Cor
Cor

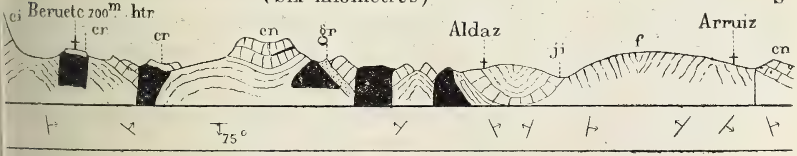
Calcaire Corallien.... s *Schistes devenus magnésiens*
Bloc de schiste........ q. *Bloc de grès quartzeux*..
Banc de grès friable
700 mètres au N.E de Helbarron

Fig. 16
(Quatre cents mètres)



j *Calcaire Jurassique*..... a *Marnes*
Deux kilomètres au S du Col de Maya

Fig. 17
(Six kilomètres)


S
ci
Beruete 200m. htr
cr
cr
cn
gr
Aldaz
ji
f
Arruiz
cn
75°

Calcaires ▤ *Schistes* — cn *Cénomanien à Orbitolina concava.*
Jurassique inférieur — cr *Cargneule* — gr *Grès micacé*........

L'apparence stratifiée de la surface provient de la décomposition, et de la présence de gros blocs de grès tombés de la montagne.

Quant à l'époque de l'injection des ophites, on peut dire qu'ils ont souvent pénétré les roches jurassiques, et qu'ils ont parfois pénétré jusque dans le Crétacé inférieur, sinon dans le Cénomanien. Le gisement de Biarritz paraît prouver que l'ophite a pu affecter l'Éocène inférieur. On pourrait donc admettre que toutes les ophites ont été injectées pendant l'époque éocène. Contre cette conclusion, il n'y a que le fait de la présence de blocs et même de cailloux roulés d'ophite dans certains poudingues associés avec des roches cénomaniennes, néocomiennes, et même jurassiques, dans le voisinage des ophites en place. J'ai trouvé ces poudingues sur plusieurs points; j'ai cru d'abord que, dans certains cas, c'étaient bien des couches normales de la même époque que les couches avec lesquelles elles paraissaient interstratifiées. Cependant, certains indices pourraient faire douter de cette conclusion. Les poudingues à cailloux roulés d'ophite contiennent beaucoup de cailloux de quartzite provenant des poudingues du Trias, et même des fragments de ces poudingues; et il est peu probable que le poudingue du Trias, situé dans le voisisinage, près de la base du Trias, fut exposé à l'érosion pendant l'époque jurassique. Donc, il est plus probable que ces poudingues appartiennent au Flysch, qui s'est insinué entre des affleurements de roches jurassiques, comme il a fait d'ailleurs incontestablement dans le voisinage. La figure 15 présente un exemple des poudingues ainsi formés par le Flysch. À gauche, il contient surtout des fragments d'ophite; à droite, il contient des éléments du Trias et du Jurassique. On peut comprendre par cet exemple comment dans d'autres gisements on pourrait supposer que le poudingue à ophite est contemporain des couches jurassiques. Au contact des ophites, les calcaires passent souvent à des brèches, et l'ophite elle-même est très fréquemment bréchoïde; des brèches, souvent très semblables à des poudingues, proviennent du mélange des deux éléments. Il est souvent difficile de dire si un poudingue à éléments de calcaire et d'ophite est un dépôt ou un produit de remaniement sur place par failles et corrosion chimique. Il est assurément important de constater la provenance des éléments de pareils poudingues si on veut tirer des conclusions définitives quant à leur mode de formation. Reste le fait de l'association de l'ophite avec le Trias, qui est, du moins, très constante. Il faut, cependant, faire remarquer que ce n'est pas dans le grès du Trias, mais dans les marnes irisées, ou dans les argilites rouges au-dessous du grès, ou bien dans des failles en contact avec le Trias, que l'on trouve l'ophite. Il est possible que la présence d l'ophite soit plutôt liée à la présence du terrain carbonifère au-dessous du Trias, et avec les failles souvent indiquées par la présence du Trias. Je n'ai pas pu trouver de preuves déterminantes de la contemporanéité de l'ophite avec le Trias; et j'ai cité des faits incompatibles avec une telle classification.

Granite, Porhyres, etc. — Deux massifs granitiques se présentent sur la carte. Celui du N.-O. forme une chaîne assez élevée, dont le point culminant, le pic de Haya ou Trois-Couronnes, atteint 835 mètres. Ce granite, à mica noir, est franchement éruptif. Vers les bords, il est ordinairement à grain grossier, quelquefois franchement porphyroïde et ressemblant au granite porphyroïde du Cornouailles. La composition du massif est assez variable, mais les variations ne paraissent pas se présenter en alternances stratifiées. Le pic de Haya est composé de granite à grain très fin, presque une eurite. Le contact du granite avec les schistes est irrégulier, et le métamorphisme qui a produit de véritables micaschistes ne s'étend souvent qu'à quelques mètres. Le granite passe parfois à la pegmatite, et des filons de porphyre quartzifère se présentent dans les schistes. Le long du contact on trouve des passages à la diorite, des veines de granulite, et des épanchements de porphyre feldspathique à pâte verte, ressemblant à celui qui se présente en filons dans le granite du Pic du Midi d'Ossau. A Articuza, du côté E. du massif, il y a un grand filon de pegmatite à mica blanc dans les schistes près du granite, et, au contact de ce filon les schistes sont métamorphisés en roche à épidote, encore stratifiée, mais ressemblant à la lherzolite, non seulement à l'œil nu, mais encore sous le microscope, en plaque mince. La ressemblance est telle qu'elle pourrait tromper les observateurs les plus exercés. Il y a, cependant une certaine quantité de quartz moulé. M. Michel Lévy croit que l'épidote a épigénisé de l'amphibole. De petites veines de calcite traversent la masse. A quatre kilomètres au N. de ce point, j'ai trouvé au contact du granite, un autre exemple curieux de schiste métamorphisé, qui présente au microscope les éléments suivants, rangés selon leur importance en commençant par le plus abondant : Epidote, Oligoclase, Grenat, Quartz, Calcite de formation secondaire; la structure est granulitique. A côté de ce schiste, le granite passe à une granulite à mica blanc, remplie de prismes presque microscopiques de tourmaline. Ces roches de contact ont été examinées par M. Fouqué, et je puis donc donner leur composition d'après sa détermination.

Le granite de ce massif n'est pas loin du calcaire carbonifère; ce calcaire paraît avoir subi une certaine action métamorphique dans le voisinage. Un lambeau de Trias (voir fig. 1.) se montre par suite d'une faille, au milieu du granite. Le Trias est encore en contact avec le granite au N. de la montagne de Licarlan, près de la Bayonette. Sur ce point le poudingue du Trias passe peu à peu au quartzite blanc, et l'oxyde de fer, qui colore le Trias en rouge, s'est isolé sous forme de petites veines d'hématite. Dans le poudingue, je n'ai jamais pu trouver un seul fragment de granite. Il me paraît incontestable que le Trias, ainsi métamorphisé, est antérieur au granite. Il y a encore, par Vera et Alzate, une faille très remarquable, qui fait apparaître le granite en contact avec le Trias et le calcaire carbonifère (sinon avec des roches plus récentes). On trouve là un magma granitique à gros blocs de pegmatite, passant à des espaces remplis de granite gneissique décomposé. Les relations des failles tout autant que le métamorphisme paraissent prouver que le granite est *au moins* postérieur au Trias. Il y a peu ou point de véritable gneiss dans le massif de la Haya. Entre Goizueta et Aranbide, sur le prolongement au S. de la direction du massif granitique, les schistes quartzeux micacés de Goizueta passent à une roche très décomposée ressemblant au gneiss ; et c'est au contact de cette roche que j'ai trouvé l'ophite diabasique à structure presque granitoïde dont j'ai déjà parlé. Un peu de gneiss se trouve aussi ailleurs parmi les roches de contact. Le granite est souvent très décomposé en masses kaoliniques à la surface.

Le massif granitique au N.-E. de la carte, entre Louhoussoa et Hasparren, appartient presque à la plaine ; il ne présente qu'un sommet élevé de 678 mètres. Sa constitution est gneissique, à mica noir. Il est cependant constamment traversé par des filons ou des masses de pegmatite et de granite à petit grain. Des pegmatites à gros grains avec mica blanc, des leptinites, et d'autres variétés de roches granitiques y sont irrégulièrement disséminées. Même le gneiss m'a paru souvent plus voisin du granite que du gneiss métamorphique. J'ai peu étudié ce massif, dont la constitution est déjà connue par les descriptions de Charpentier, de M. Gindre, et de plusieurs autres observateurs. Je puis dire cependant, qu'il ne me paraît nullement primitif. Au S.-E. d'Espelette il a métamorphisé en schistes mâclifères, avec lignes de kaolin, des schistes qui pourraient bien appartenir au terrain dévonien, sinon au Carbonifère ; et le marbre lamellaire à graphite et pyrite de cuivre qui se trouve au contact de la pegmatite me paraît être le même que le calcaire dévonien de ma coupe fig. 2. Au S.-E. d'Espelette le Trias m'a paru avoir été métamorphisé comme au Licarlan. Je n'ai pas trouvé de granite dans les poudingues. Les éléments de calcaire dans les poudingues du Permien du voisinage ne sont pas plus métamorhisés qu'ailleurs. Sans rien affirmer, il me paraît assez probable ue ce massif granitique est contemporain de celui de la Haya.

Mines. — Les mines du massif de transition de Vera et Goizueta, lassés dans le Crétacé sur les dernières cartes géologiques de l'Esagne, rentrent dans le terrain paléozoïque par suite de mes obserations. Ces mines de plomb, zinc et cuivre se présentent dans le oisinage du calcaire carbonifère, et sont ordinairement très près de a bande limitrophe du Trias, ou bien leur présence est annoncée ar quelques lambeaux de Trias en relation avec les failles qui ccompagnent les filons. Les mines de fer des environs de Vera sont n relation avec le granite, et le minerai primitif paraît avoir été antôt de la pyrite de fer, tantôt du carbonate, à moins que ce ernier ne provienne, comme les hématites, de la décomposition de a pyrite. Dans les autres massifs de transition, les mines se préentent aussi le plus souvent dans le voisinage du Trias ; mais la nine de cuivre gris argentifère de Changoa et celle de fer carbonaté l'Arolandieta se présentent bien dans le fond du Silurien. Du cuivre ris se trouve avec de la baryte à la base du Dévonien au S. des ldudes ; et le cuivre gris se retrouve au S. de Burguete dans le rias, au milieu du Crétacé, à dix kilomètres de la célèbre mine de hangoa. Un essai par voie sèche, et un autre par voie humide, sur e cuivre gris du Trias, ne m'ont pas donné la moindre trace d'arent. Les galènes de la partie occidentale de la carte sont quelquefois ssez riches en argent ; des essais par voie sèche sur deux filons n'ont donné 1 gr. 1 et 0 gr. 51 par kilogramme de galène. Le fer pathique des environs de Vera contient parfois des veines de pyrite e cuivre qui m'a donné par analyse 23 à 26 $^{\circ}/_{0}$ de cuivre. La pyrite e fer impure qui est très abondante dans les filons de quartz des nvirons de Vera m'a donné par analyse 37, 45 $^{\circ}/_{0}$ de fer. Un gros lon de quartz avec pyrite de cuivre disséminée se trouve au S. de éra au-dessous du calcaire carbonifère. Les calcaires et schistes du évonien inférieur entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Eyharce sont nprégnés de pyrite de cuivre sur une épaisseur de près de 50 mètres. ans le terrain jurassique, à part quelques petits gisements de fer n relation avec l'ophite, je n'ai pas trouvé de mines. Je ne m'éndrai pas ici sur ces questions de mines, qui, à moins d'être aitées avec le plus grand détail, présentent peu d'intérêt scienfique (1).

---

(1) Je me suis déjà occupé du terrain quaternaire dans un mémoire « Sur la ologie superficielle des environs de Biarritz et de Bidart » publié dans le *lletin* de la Société Ramond de juillet 1878.

M. Michel-Lévy présente la note suivante :

Note sur les **formations volcaniques de l'Islande,**

Par M. **René Bréon**

L'étude des matériaux que j'ai rapportés d'Islande l'année dernière semble présenter un certain nombre de faits nouveaux, qui me paraissent mériter l'attention de la Société. Quoique de riches collections des produits volcaniques de cette île aient déjà été réunies par plusieurs voyageurs, la nature des roches qui la constituent était encore peu connue, l'emploi du microscope n'étant pas encore venu à cette époque jeter la lumière dans la structure intime des roches cristallines.

Grâce à l'analyse microscopique, on constate que les roches qui forment ce grand massif volcanique sont peu variées et peuvent se réduire à un petit nombre de types. Quoique n'ayant pas eu le temps de parcourir toute la surface et de visiter toutes les côtes de cette grande île, je crois qu'il y a peu de chances d'en trouver de plus nombreux, les échantillons que j'ai recueillis dans différents points très éloignés les uns des autres, m'ayant toujours donné des résultats identiques.

On trouve en Islande des roches appartenant aux trois grandes classes établies d'après la richesse plus ou moins grande en silice : roches acides, intermédiaires et basiques. Ce sont ces dernières qui forment la majeure partie du sol de cette contrée, et vu leurs masses considérables relativement aux autres, c'est à elles que nous nous attacherons tout d'abord.

Les parties où on peut le mieux se livrer à leur étude sont les côtes où leurs coulées étagées les unes au-dessus des autres, séparées par de petits lits de tufs rougeâtres, facilement délitables, forment de hautes falaises, le plus souvent à pic, trempant leur pied dans la mer et s'élevant jusqu'à sept à huit cents mètres d'altitude. Toutes ces couches présentent un plongement notable de 5 à 7° vers l'intérieur de l'Islande, inclinaison qu'on peut observer tout autour de l'île et qui tendrait à faire croire à un soulèvement de ses côtes autour de son centre.

D'après la détermination des éléments minéralogiques qui les constituent, et leur arrangement réciproque, ces roches appartiennent à la série des *dolérites ophitiques*. Les substances cristallisées qu'on y rencontre, fer oxydulé, péridot plus ou moins altéré, labrador, pyroxène, sont enchevêtrés suivant les lois de la structure ophitique et forment un ensemble entièrement cristallin dans les plus

eaux types (Reykiavick, Stigahlid, etc) : le péridot est en cristaux
e première consolidation; le labrador en microlithes allongés sui-
ant l'arête pg^1 ; le pyroxène en grandes plages, comme lardées
es précédents microlithes. Le fer oxydulé est consolidé durant les
ifférents stades de formation de la roche : d'autres fois on peut
percevoir encore des gouttelettes de substance vitreuse verdâtre qui
'a pas participé au mouvement général de cristallisation. D'autres
ariétés moins cristallines se rapprochent plutôt des *labradorites au-*
itiques; de grands cristaux de labrador et quelquefois d'anorthite,
tteignant jusqu'à un centimètre de longueur s'y montrent au milieu
'une pâte microlithique, dans laquelle il est cependant presque
oujours possible de trouver avec un peu d'attention, des plages py-
oxéniques moulant les microlithes de labrador. C'est là la preuve de
a préexistence de ce dernier minéral dans la matière ignée et comme
n le sait, le caractère de la structure ophitique.

Jusqu'à présent, les dolérites avaient été considérées comme les
lus anciennes des roches volcaniques basiques, et on devrait s'at-
endre en Islande à voir les types les plus francs se montrer à la base
e cette formation. Ce n'est cependant pas ce qui arrive; les pre-
ières assises qu'on rencontre au niveau de la mer semblent plutôt
e rattacher aux labradorites. Le type ophitique bien caractérisé
araît s'être produit à différentes époques assez éloignées; on le voit
lterner plusieurs fois avec la variété labradorique dans les falaises
e Stigahlid près Isafjord, qui présentent une magnifique coupe dans
es coulées de ces roches.

Une des venues les plus récentes de dolérites se montre sous la
orme de filons assez minces d'une roche noire, brillante, très cris-
alline, perçant jusqu'en haut toute la série des bancs. Elle est très
ommune dans la presqu'île nord-ouest de l'Islande, dans les envi-
ons d'Isafjord, dans les îles de Vigr et d'Edey et dans la traversée de
bande de terre qui sépare le golfe d'Isafjardarjup de celui de Bor-
arfjord. Au microscope, cette roche présente la plus grande ana-
gie avec celle de l'île Dysko au Groënland, qui appartient aussi à la
érie doléritique et qui est connue par sa richesse en fer natif. Je n'ai
ouvé, il est vrai, dans celle d'Islande, aucune trace de ce métal
ais on y rencontre souvent un corps qui accompagne le fer dans
s échantillons du Groënland, je veux parler de ce produit amorphe
rt foncé, mal défini, auquel on a donné le nom de *viridite.* Il est
obable que les phénomènes de réduction qui ont sans doute dé-
gé le fer de ses combinaisons à l'île Dysko, n'ont pas été assez
ergiques en Islande, ou y sont localisés dans quelques rares points
core inconnus; ils n'ont pas été nuls cependant, les petits cristaux

de cuivre natif que j'ai découverts dans un filon de dolérite, près de la pêcherie de Hnifsdalr non loin d'Isafjord, paraissent bien devoir aussi leur existence à des influences réductrices. Les plus belles variétés de ces roches doléritiques que j'aie rencontrées en Islande, viennent de Stikkisholm sur le golfe de Borgarfjord et de Skagaströnd dans celui de Hunafloi où elles ont formé des bancs importants et où la grandeur de leurs éléments leur donne à l'œil nu un aspect granitoïde.

D'après ce que nous venons d'exposer, on voit donc que, dans les roches basiques anciennes de l'Islande, c'est-à-dire celles dont il n'est pas possible de déterminer les points de sortie, la structure ophitique ne peut être invoquée comme un caractère d'âge. L'examen des laves qu'ont rejetées ses volcans depuis l'époque historique jusqu'à nos jours, montre de plus, qu'à dater de l'apparition des roches basiques jusqu'à présent, leur mode de structure est resté toujours le même et qu'on y trouve encore les caractères de la structure ophitique. Les produits volcaniques d'origine récente si abondants autour du lac de Myratn, la lave de la coulée qui en l'année 1836 descendit du volcan de Lehrnuck et détruisit le hameau de Reykialid dans les mêmes parages, montrent aussi au microscope une tendance du pyroxène à mouler les autres éléments.

Il est donc permis de dire que, d'une façon générale, cet arrangement particulier des minéraux dans les roches basiques n'est pas un signe de leur ancienneté. L'observation fait voir qu'il peut être de tous les âges, et d'après les expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy, qui ont reproduit la dolérite ophitique par une simple fusion ignée de ses éléments chimiques et un recuit prolongé, il paraît subordonné à des conditions de température et de refroidissement plus ou moins lent.

A la série basique se rattachent encore les roches qui ont donné naissance aux puissantes assises de *tufs palagonitiques* (1), formation que j'ai vu représentée si abondamment dans le sud-ouest de l'Islande, notamment près de Mosfell, sur les bords du golfe de Hvalfiord et dans les environs de Thingvalla.

Ils se composent tantôt d'éléments vitreux agglutinés, souvent très fins, de couleur noire, brune ou jaunâtre, tantôt de fragments plus gros de labradorite grise cristalline. Derrière l'église de Mosfell, à 15 kilomètres environ de Reykiavick, les assises à grains fins alterent avec des bancs dont les éléments assez volumineux, ovoïdes et ılatis dans le sens horizontal, s'empilent sur 4 à 5 mètres de hau-ur. Ils sont soudés les uns aux autres par leur surface, formée par ıe croûte vitreuse, d'un noir brillant, qui enveloppe un noyau de ve divisé suivant des fissures radiales allant du centre à la péri-ıérie. Il est difficile, je crois, de voir dans ces produits spéciaux, ıtre chose que des projections de différente grosseur, cendres, la-lli et bombes, brusquement refroidies en tombant dans l'eau des cs ou des marécages qui pouvaient exister à cette époque. Les ırties fines perdant immédiatement leur température élevée res-ient à l'état de verre; celles à qui leur volume permettait de con-rver pendant longtemps une certaine quantité de chaleur et une ertaine fluidité, pouvaient cristalliser, à l'exception toutefois de la ırface qui est restée vitreuse par suite de sa solidification immédiate. est cependant à remarquer, que la matière cristalline qui remplit ntérieur de ces bombes, présente au microscope les caractères une cristallisation incomplète, comme dans les roches artificielles ısuffisamment recuites (1); les cristaux sont petits et mal formés, à exception toutefois des minéraux de première consolidation (pé-dot, fer oxydulé) qui préexistaient déjà dans la substance fluide, vant l'espèce de trempe qu'elle a subie au contact de l'eau.

---

(1) J'ai conservé ces termes de *tufs palagonitiques* et de *palagonites*, par lesquel les Danois désignent ces dépôts sur la carte géologique de l'Islande, quoique dans les échantillons que j'ai recueillis et examinés au microscope, je n'aie pa observé les phénomènes optiques qu'on peut voir dans la véritable palagonite.

Sur les côtes (Fosswogur, Lewuvogur près de Reykiavick), là où les ojections tombaient dans la mer, la pulvérisation de leurs éléments ır la violence des vagues, les a en partie converties en argile qui rment des bancs où l'on a trouvé des mollusques semblables à ıux qui vivent encore aujourd'hui sur le littoral de l'Islande (2). existence de ces fossiles ne peut malheureusement être invoquée ımme un indice de l'âge de ces dépôts; il est en effet très probable ıe ces mollusques quaternaires n'ont été englobés que postérieu-ment au remaniement par la mer, des tufs déposés depuis une ıoque peut-être déjà ancienne. Cependant l'existence des palago-tes sur le sommet de hautes montagnes (Mosfell, Reynivallahals, ngil, etc.) et les coupes le long des vallées permettent de les consi-rer comme antérieures à l'époque du creusement des vallées, si utefois cette époque caractéristique pour d'autres régions, peut oir une signification d'une certaine valeur dans une contrée telle e l'Islande où les phénomènes volcaniques et glaciaires peuvent core changer la face du sol d'un instant à l'autre.

Quand on parcourt l'Islande et particulièrement ses côtes, il

---

1) Expériences de MM. Fouqué et Michel-Lévy au Collège de France.

2) *Mya arenaria, M. truncata, Balanus sulcatus* (Robert).

semble que les premières assises de ces falaises de dolérites et de labradorites, qui baignent leur pied dans la mer, devraient être considérées comme représentant le sol primordial. Il y a tout lieu de croire, cependant, qu'une série acide a existé antérieurement à cette suite d'éruptions basiques, comme tendraient à le prouver les nombreux débris qu'on peut recueillir sur le flanc ouest de la montagne de Krabla, qui elle-même n'est composée que de dolérite. La roche qui constitue ces blocs épars ne se trouve en place nulle part dans les environs, pas plus du reste que sur la surface connue de l'Islande; elle paraît avoir été arrachée des profondeurs du sous-sol et lancée à l'état de projections par les éruptions récentes qui ont été si fréquentes dans le voisinage. Jusqu'à présent, la composition de ces débris connus sous le nom de *krablite* était peu connue; on savait cependant qu'ils contenaient du quartz en abondance. L'examen microscopique y révèle au point de vue de la structure toutes les variétés qu'on rencontre dans la série acide antétertiaire, depuis le type *granulitique* jusqu'aux *porphyres à quartz globulaire passant au porphyre pétrosiliceux.*

Les variétés granitoïdes se montrent principalement composées de plages quartzeuses diversement orientées qui donnent dans la lumière polarisée des mosaïques analogues aux jeux de la micropegmatique. Ce quartz, de consolidation relativement récente, moule de cristaux feldspathiques que leurs propriétés optiques rapportent, les uns à l'orthose, les autres au labrador; et quelques rares cristaux de pyroxène très altéré, en partie transformé en fer oxydulé. Dans le variétés porphyriques, les plages pegmatoïdes sont remplacées pa des agrégats de sphérolithes finement radiés, indécomposable au plus forts grossissements, dont les uns s'éteignent d'un seul coup, e les autres offrent les phénomènes optiques des sphérolithes à croi noire. Il n'est pas rare de voir ces trois manières d'être de la silic dans une même préparation; cependant l'une ou l'autre structure d mine le plus souvent dans un échantillon et permet de le rattacher l'un des trois types que j'ai cités plus haut. De plus le type sphérol thique à croix noire est rare et mal déterminé.

Ces roches quartzeuses sont peu abondantes en Islande, on ne l connaissait que dans les environs de Krabla; pourtant j'en ai re contré d'autres qui doivent être considérées comme analogues, sur côte nord du golfe de Hvalfiord, à quelques kilomètres à l'est du vi lage de Sambœr. La variété qu'on y recueille est un porphyre quartz globulaire; l'altération de la roche laisse voir au microscop seulement des squelettes de grands cristaux probablement feldsp thiques; les sphérolithes siliceux à extinction totale s'y montrent, traire, avec une grande netteté. On peut y remarquer aussi fré-mment des cristaux anciens de quartz profondément usés et cor-és, autour desquels s'est groupée la matière sphérolithique qui eint sous la même orientation. Là, non plus qu'à Krabla, je n'ai trouver cette roche en place ; cependant son analogie avec celle cette dernière localité ne doit pas laisser douter qu'elle n'appar-ne à la même espèce.

uant à l'époque de l'apparition de ces matériaux, les conditions s lesquelles on les trouve ne permettent pas de l'affirmer avec les uves en main ; mais les analogies qu'ils présentent avec les roches les de l'île d'Elbe et de l'Algérie dont l'âge a pu être déterminé, orise à les considérer comme faisant partie de la série granitoïde orphyrique tertiaire.

ette première formation a été recouverte par les masses de do-tes et de labradorites auxquelles j'ai consacré la première partie cette note. Le tout semble avoir été percé, sauf les laves prove-t des éruptions récentes et peut-être les tufs palagonitiques, par roches intermédiaires et acides qu'on ne rencontre qu'en quel-s points assez rares en Islande.

e type intermédiaire que j'ai tout lieu de supposer avoir pré-lé la seconde venue acide, appartient à la variété andésitique. J'ai l'occasion de l'observer à Saudakrog, dans le nord de l'Islande, elle forme des coulées successives, et surtout plus nettement dans aie de Stikkisholm dans un petit îlot à colonnades prismatiques ié à une centaine de mètres du rivage. La roche, à l'œil nu, noire, s compacte, sans grands cristaux apparents, se montre au micros-e composée de microlithes allongés d'oligoclase, de grains de oxène et de fer oxydulé. Quelques microlithes s'éteignant obli-ment et appartenant au labrador, montrent que cette variété *ndésite augitique* est très basique, et a encore des liens de proche enté avec les labradorites. J'ai été assez heureux pour mettre la in sur un échantillon de cette andésite qui englobe un fragment ne dolérite analogue à celle qui se trouve en place dans la même ılité sur le bord de la mer, ce qui démontre bien évidemment la tériorité de cette venue à la série ou tout au moins à une partie la série basique.

ne autre espèce de roche appartenant à la série andésitique mais ı type plus acide, se rencontre sur le revers Nord de la petite ée de Kaldalon dans la presqu'île nord-ouest de l'Islande. Là si, elle a percé les roches basiques dont elle englobe des fragments formé une coulée qui s'étend par-dessus et va se perdre sous masses de glace du Dranga-Iokull. Les variétés les plus cristallines, de couleur blanche ou grisâtre, contiennent quelques grands cristaux de labrador et de pyroxène de première consolidation, puis des microlithes allongés d'oligoclase souvent fourchus à leurs extrémités, noyés dans une pâte claire transformée en majeure partie en tridymite. L'altération subséquente de la roche a donné naissance à des sphérolithes n'ayant pas d'action sur la lumière polarisée, composés d'un centre clair de forme circulaire autour duquel se groupent en rayonnant des arborisations ferrugineuses de limonite. Cette roche que nous pouvons appeler *andésite à pyroxène* passe en certains points à une véritable *obsidienne* vitreuse dans laquelle on aperçoit à la lumière naturelle des rudiments cristallins sous forme de trichites, composés de chapelets plus ou moins enroulés de petites formations transparentes à contours polyédriques déjà appréciables.

Comme de la même famille que la précédente, mais encore plus riche en silice, il me faut citer la roche blanche qu'on rencontre à l'état de galets roulés dans le lit de la rivière de Gléra près Akuregri et en place dans la montagne d'Husafell près de Reykolt. Dans cette dernière localité, elle semble avoir formé une coulée mince intercalée entre des bancs de labradorites très fines, ou être à l'état de filon-couche. Les éboulis qui descendent des parties supérieures rendent l'observation des conditions de gisement assez difficiles là comme presque partout en Islande. Cependant de l'une comme de l'autre hypothèse, ressort toujours la postériorité de cette espèce à la majeure partie, sinon à l'ensemble de la série basique. Au microscope on y aperçoit de grands cristaux de sanidine et de pyroxène souvent altéré et transformé en produits ferrugineux; la pâte est semée d microlithes d'oligoclase et de grains de quartz qui paraissent d'origine secondaire. Ces caractères déterminent une *andésite à sanidin* voisine de la série trachytoïde.

Enfin les roches les plus acides sont représentées par une série d *rhyolithes*, dont les variétés nombreuses passent d'un type microlithique (trachytes et andésite) à de véritables perlites vitreuses. Un seu de ces échantillons m'a fourni des cristaux anciens de quartz libres, i provient d'un pointement perçant les roches basiques sur le bord d lac Skorradalivatu dans le massif de Skarosheidi. Avec le quartz, o remarque de grands cristaux d'orthose et quelques microlithes d'orthose et d'oligoclase perdus dans une pâte vitreuse et fluidale souven quartzifiée et salie par des produits ferrugineux.

Les *perlites* qui paraissent intimement liées à la variété précédent possèdent aussi quelques grands cristaux d'orthose et de pyroxèn noyés dans une pâte absolument vitreuse, avec les fissures concentr ques caractérisant la structure perlitique. Dans la lumière polarisé on y aperçoit, en outre, de nombreux sphérolithes donnant le phénomène de la croix et quelquefois coupés par les fentes perlitiques ; ce sont là probablement les éléments de cristaux en voix de formation auxquels le refroidissement trop rapide de la roche n'aura pas permis de suivre leur évolution complète. J'ai eu l'occasion d'observer et de recueillir ces variétés acides à Laugarfial près des Geysers, à Stikkisholm à côté du village, à Sandakrog et en dernier lieu, près de Krabla, à la montagne de *Hraftinnuhygr* où la perlite devient une véritable obsidienne semblable à du verre à bouteilles et forme un énorme dyke à travers les dolérites. D'après mes observations, ces roches acides paraissent postérieures non seulement à la série basique, mais encore aux andésites augitiques. A Stikkisholm, un filon de rhyolithe coupe l'andésite que j'ai signalée dans cette localité et, à Sandakrog, une perlite annonce sa postériorité aux mêmes roches, en se présentant soit comme coulée intercalée soit bien plutôt comme filon-couche.

Il ne me reste plus pour terminer cette description des produits volcaniques islandais, qu'à ajouter quelques mots sur les laves récentes. J'ai eu peu d'occasions d'en recueillir, m'étant attaché spécialement aux massifs anciens de l'Islande. Les quelques échantillons que j'ai ramassés, autour des cratères de Randholar, près Reykiavick, et aux environs de Mgvatu me permettent de les classer dans la série des *labradorites augitiques à pyroxène* avec une tendance bien marquée dans quelques-unes à passer aux *dolérites ophitiques*. Comme dans les roches analogues de l'Etna, le péridot s'y rencontre assez souvent, mais il est trop rare toutefois pour permettre de ranger ces roches dans la catégorie des basaltes.

En résumé le système éruptif de l'Islande semble admettre les divisions suivantes par ordre d'ancienneté :

1° Une série de roches très acides, granitoïdes passant à des types de porphyres à quartz globulaire et pétrosiliceux (Krabla, Sambœr).

2° Une longue suite d'éruptions de labradorites et de dolérites à structure ophitique, le plus souvent caractérisées par le labrador, mais présentant aussi des variétés très basiques avec grands cristaux d'anorthite (Presque toutes les côtes d'Islande.)

3° Des andésites augitiques relativement encore basiques (Stikkisholm, Sandakrog).

4° Des andésites acides (Kaldalon, Montagne d'Husafell).

5° Des roches trachytiques (microlithes d'orthose), des rhyolites parfois quartzifères passant aux perlites et aux obsidiennes (Stikkisholm, Langarfiall, Skonadalsvatn, Sandakrog, Hraftinnuhygr).

6° Enfin les laves actuelles, labradorites augitiques à pyroxène accusant encore une tendance à passer à la dolérite (Mgvatu, Randholar).

Les formations sédimentaires n'existent pour ainsi dire pas en Islande à moins qu'on ne considère comme telles, les tufs à fossiles quaternaires de Fosswogur près Reykiavick et d'autres localités que je n'ai pas visitées mais qui ont été l'objet des études de plusieurs voyageurs. Je ne passerai cependant pas complètement sous silence les tufs à bois fossiles (surturbrandur) que j'ai été à même d'observer dans la presqu'île du Nord-Ouest, à Stigahlid et au-dessus du bœr de Gill près d'Isafjord. Dans ces deux localités, les débris végétaux se présentent fortement comprimés et couchés horizontalement dans des projections, lapilli et cendres plus ou moins fines formant des lits de 2 à 3 mètres d'épaisseur intercalés entre des coulées de labradorites ophitiques à environ 300^{m} d'altitude au-dessus du niveau de la mer. La distillation sèche qu'ont subie ces bois, de la part des roches incandescentes qui ont coulé par dessus, leur a fait perdre une partie de leurs matières volatiles dont le charbon a coloré en noir le tuf qui les englobe. On peut cependant y reconnaître l'écorce et les fibres ligneuses, et la ténacité est encore suffisante pour qu'on puisse les travailler comme des bois ordinaires. Les débris sont malheureusement trop informes et trop altérés pour permettre de savoir à quels végétaux ces lignites doivent leur origine : cependant M. Flahault, répétiteur de botanique à la Sorbonne, qui a bien voulu les examiner, y a reconnu deux espèces distinctes de conifères probablement de la famille des pins. Les avis sont partagés quant la provenance de ces bois; les géologues danois et islandais penchent à croire que des forêts ont existé en Islande et ont été ense velies par les éruptions volcaniques ; d'autres y voient des bois flotté sur la mer, apportés par des courants et échoués sur les côtes d'Islande avant leur surélévation, au moment des grandes éruptions d tufs.

Bien des raisons militent en faveur de cette hypothèse ; l'abo dance de ce surhubrandur, principalement sur les côtes nord-oue de l'Islande léchées par le courant du golfe du Mexique, sa positi horizontale dans ses gisements, enfin ce fait qu'on peut enco observer aujourd'hui l'apport par la mer d'arbres et de frui américains, m'engageraient à me ranger à cette opinion. Cepe dant je n'ai pas visité un assez grand nombre de gisements po pouvoir être affirmatif dans une question aussi difficile, qui deman encore a être longuement et spécialement approfondie.

M. **J. de Morgan** présente un **Mémoire sur les terrai crétacés de la Scandinavie** et en donne le résumé. Il y déc les localités les plus intéressantes des formations dano-suédoises, et l divise en deux bassins : celui de Malmœ et celui de Christianstadt. Il fait dans ces deux localités les divisions stratigraphiques suivantes :

Bassin de Malmœ.

ZEELAND.	SCANIE.
Calcaire de Faxœ.	Calcaire de Saltholm (de Limhann).
Argile à Poissons.	Calcaire de Faxœ.
Craie de Stevenskliert.	Craie de Qvaruley.

Bassin de Christianstadt.

1° Craie à *Belemnites paxillosus*
2° Craie à *Bel. subventricosus.*

Ces deux zones correspondent à la craie de Maestricht.

Séance du 21 *Avril* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DE LAPPARENT.

Le Président annonce deux présentations.

Il prononce ensuite l'allocution suivante :

Messieurs,

Le premier devoir de celui qui a l'honneur de présider votre séance générale annuelle est de vous faire connaître les noms de ceux de nos confrères dont le décès nous a été notifié pendant l'année précédente.

Nous avons perdu, en 1880, l'un des fondateurs de la Société, l'éminent M. Walferdin; quelques semaines après, un confrère plein d'avenir, M. Hermite, quittait ce monde, au moment même où vous lui décerniez le prix Viquesnel. Cette mort était bientôt suivie de celle de M. Passier, à qui sa situation de préparateur au Muséum semblait promettre une longue et fructueuse carrière. Puis nous apprenions le décès de deux des doyens de la Société, M. Buvignier, dont tous connaissent les beaux travaux sur les régions de l'Est et M. Hedde, longtemps assidu à nos réunions extraordinaires annuelles. Enfin le mois de novembre 1880 nous apportait la nouvelle de la mort de M. de Brimont, l'un de nos plus anciens trésoriers.

Vous le voyez, messieurs, nos pertes sont sensibles et notre état-major vous paraîtrait encore bien plus décimé si je ne devais laisser à mon successeur le soin de vous parler des pertes qui sont survenues entre le 1^{er} janvier 1881 et le moment de cette réunion. Pour ne pas nous alarmer outre mesure relativement à l'avenir de notre

Société, il faut que nous ayons une grande confiance dans la vitalité scientifique de ceux qui, parmi nous, représentent l'élément jeune. Heureusement, messieurs, cette confiance est justifiée et je n'en veux pour preuve que la facilité avec laquelle le Conseil a trouvé, chaque année, les trois candidats qu'il devait proposer à vos suffrages pour le prix Viquesnel.

Cette fois, vos suffrages se sont portés sur M. DANIEL ŒHLERT. Comme presque tous ses devanciers, comme ses compétiteurs d'hier, les vainqueurs de demain, le lauréat appartient à cette province laborieuse, de laquelle nous avons à attendre aujourd'hui presque tout le développement de la Géologie et dont les travaux méritent d'autant plus d'être encouragés qu'ils s'accomplissent loin des ressources et des satisfactions de tout genre que nous réserve la capitale. Je regrette que les occupations de M. Œhlert ne lui aient pas permis de venir recevoir, des mains du président, la médaille du prix Viquesnel, sous la forme nouvelle et plus digne de cette récompense que nous pouvons lui donner désormais, grâce à la générosité de la famille de notre regretté confrère, M. Hermite (1). J'aurais aimé à saluer devant lui, dans ses travaux, indépendamment de leur mérite intrinsèque, le résultat d'une collaboration aussi gracieuse que discrète (2). C'est d'ordinaire une répartition assez délicate que celle des mérites qui reviennent en propre à chacun des auteurs d'une œuvre collective. Ici nous n'avons pas cet embarras à craindre et nous savons qu'aucune plainte ne s'élèvera contre la désignation que vous avez faite. Entrepris et poursuivis, on peut bien le dire, sous le régime de la communauté, les travaux de notre confrère ne sauraient donner lieu à un partage et vous avez aujourd'hui cette bonne fortune qu'il vous suffit de prononcer un seul nom, pour que, du même coup, deux personnes soient non seulement récompensées, mais encore satisfaites.

M. le Dr **Lemoine** a l'honneur d'offrir à la Société une **Notice géologique** sur les **environs de Reims**, rédigée à propos du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences.

M. Peron y a traité la partie relative aux terrains secondaires ; i énumère les localités les plus favorables au point de vue de l'étud stratigraphique et de la récolte des fossiles ; il étudie spécialement l

---

(1) La famille de M. Hermite ayant fait à la Société l'abandon des 300 franc du prix décerné en 1880 à M. Henri Hermite, le Conseil a décidé que cette somm serait employée à transformer en une médaille d'argent la médaille de bronz jusqu'alors affectée au prix Viquesnel.

(2) Madame Œhlert a pris une part active aux travaux de son mari.

Craie de Reims et la nouvelle faune d'invertébrés qu'il y a recueillie.

M. Lemoine résume le résultat des recherches statigraphiques faites dans les terrains tertiaires avec le concours de MM. Aumonier, Eck et Dueil; il donne la liste des fossiles vertébrés et invertébrés qu'il a récoltés.

Il soumet ensuite à ses collègues des dessins de grandeur naturelle relatifs à la reconstitution de plusieurs des types vertébrés qu'il a découverts et étudiés dans la faune éocène des environs de Reims.

C'est d'abord l'*Arctocyon Dueilii*, mammifère carnassier de la taille de la panthère, bien remarquable par ses crêtes osseuses saillantes, sans aucun doute en rapport avec une grande puissance musculaire; son squelette semble associer des caractères actuellement spéciaux aux Ursidés, aux Porcins, aux Lémuriens et surtout aux Marsupiaux.

Le *Pleuraspidotherium Aumonieri*, marsupial par l'aplatissement et les petites dimensions de son crâne, par ses incisives et ses canines, rappelle les Pachydermes par la conformation de ses molaires et de son fémur, et les Lémuriens par son humérus, son radius, son astragale et son calcanéum. Ces deux mammifères appartenant à la faune Cernaisienne contrastent par leurs caractères mixtes avec le *Pachynolophus Gaudryi*, dont le squelette recueilli dans les sables à *Unio* rappelle bien nettement le type Pachyderme.

Le *Gastornis Edwardsii* appartenant à la faune Cernaisienne a pu être également reconstitué dans son ensemble; il atteignait près de 2 mèt. 50 et il était remarquable par les dimensions de sa tête, les pseudo-alvéoles de ses mandibules dont la supérieure était armée en outre de deux dents en continuité avec la substance osseuse du bec. Certains caractères reptiliens réapparaissent dans la conformation de l'os articulaire de la mâchoire, de l'humérus, du métacarpe dont les os ne paraissent pas avoir été soudés, du bassin et des vertèbres.

L'épaule était composée d'une fourchette, d'un scapulum et d'un os coracoïde. L'aile, complètement impropre au vol, était plus développée que chez l'autruche; les os de la patte rappelaient les caractères des mêmes pièces osseuses des coureurs, des échassiers et des palmipèdes.

Le dernier type reconstitué dans son ensemble est le *Simœdosaurus*, reptile appartenant également à la faune Cernaisienne et pouvant atteindre 10 à 12 mètres de longueur. Il semble avoir été essentiellement nageur; ses vertèbres biplanes à arc neural non soudé le rattachent aux reptiles secondaires, les autres pièces de son squelette rappellent à la fois les Lacertiens et les Crocodiliens.

M. **Morière**, met sous les yeux des membres de la Société **une plaquette** provenant de la partie supérieure de la **grande Oolithe**, qui a été trouvée à Aunon-le-Faucon près Argentan (Orne), et qui offre cinq échantillons d'*Apiocrinus* et trois de *Millericrinus*.

La comparaison des échantillons d'*Apiocrinus* semblerait démontrer qu'il n'y a peut-être pas entre les *A. Parkinsoni* et *elegans* une différence assez marquée pour autoriser la formation de deux espèces distinctes. Peut-être aussi ne doit-on voir dans la plaque d'Aunon que des variétés ou des âges divers de l'*Apiocrinus Parkinsoni*, dont le sommet irait jusqu'à prendre la forme générale de l'*A. elegans*, moins la dépression latérale de chaque article du sommet.

Les divers *Apiocrinus* d'Aunon sont munis de leurs bras, et l'un des spécimens les montre à peu près complets; ces bras accusent une longueur d'au moins 100 millimètres lorsque celle du sommet n'est que de 30 à 45 millimètres, c'est-à-dire que les bras ont trois fois la longueur du sommet. Chaque bras comprend environ une centaine d'articles et offre deux rangées de ramules très fins.

Les trois *Millericrinus* appartiennent à une seule et même espèce, le *M. obconicus*, dont M. Morière fait voir des individus plus complets que ceux dont d'Orbigny avait pu disposer et qui, par suite, lui ont permis de modifier en quelques points la description qu'en avait donnée le paléontologiste français.

M. de **Sarran d'Allard** fait une communication au sujet de l'étude de M. Jeanjean sur l'**Oxfordien**, le **Corallien** et le **Néocomien inférieur** dans les **Cévennes.**

M. Rey-Lescure fait la communication suivante :

Note sur la Géologie générale de l'Espagne *et sur la* Carte *de M. de* Botella, *inspecteur général des mines d'Espagne.*

par M. **P. Rey-Lescure.**

Les facilités accordées par les compagnies de chemins de fer français et espagnols aux membres de l'Association française pour l'avancement des sciences, à l'occasion du Congrès d'Alger, ont permi à quelques-uns d'entre eux, en parcourant l'Espagne, quoique tro rapidement pour la bien étudier, de se faire du moins une idée générale à peu près exacte de sa constitution géologique.

Celle-ci n'étant pas encore toujours d'un accès assez facile pou être généralement connue, il y a d'importants rapprochements d'instructives oppositions à faire ressortir entre la Péninsule Hi pano-Portugaise et l'isthme de la France qui la rattache à l'Europe.

Notre Société voudra bien nous permettre de lui communiquer à ce sujet quelques notes géologiques qui eussent été prises trop à la hâte pour lui être soumises si elles ne nous fournissaient l'occasion de faire passer en même temps sous vos yeux la nouvelle carte géologique de l'Espagne.

A défaut de la carte de M. de Verneuil et Collomb que nous n'avions pu nous procurer, nous avions, au moment du départ, fait venir en toute hâte la *Mapa Geologico de España y Portugal* récemment dressée, à l'échelle de $\frac{1}{200.000}$, par l'inspecteur général des mines d'Espagne, M. de Botella y de Hornos, d'après ses propres observations recueillies de 1848 à 1879 et d'après les travaux antérieurs énumérés en marge.

Grâce à cette belle carte où la classification des terrains et les teintes conventionnelles françaises ont été conservées, grâce à l'inappréciable et toute gracieuse bienveillance de M. de Botella, qui a bien voulu rappeler ses souvenirs d'ancien disciple de M. de Beaumont, à l'École des mines, grâce à ses obligeantes explications, appuyées sur des coupes géologiques, des projections d'axes orographiques et sur une carte à courbes de niveau et à teintes hypsométriques qu'il nous a fait la faveur de nous communiquer, mais que la science regretterait beaucoup de voir plus longtemps inédites, puisqu'elles sont à peu près terminées, nous avons pu entrer d'emblée dans les terrains géologiques et par eux, en quelque sorte, dans les secrets agronomiques et économiques de l'Espagne. Aussi ne craignons-nous pas de dire que ce pays est plein d'avenir et qu'il saura recueillir le profit considérable de travaux bien conçus d'irrigation, de colmatage, d'exploitation de mines et de houilles, et de création de nouvelles lignes, quand la force de volonté persistante et générale dont ses habitants sont capables, à la condition d'être bien dirigés et intelligemment soutenus, sera éveillée partout par la diffusion des travaux de ses savants, des cartes comme celle de M. de Botella, des plans de nivellement et des cartes topographiques, comme celles dont l'exécution se poursuit avec tant de zèle et d'exactitude (1), sous l'habile direction de M. le général Ibañiez.

On sait que depuis longtemps les étrangers ont porté de préférence leur activité et leurs capitaux sur les points des districts miniers et agricoles de la zone littorale, et qu'ils ont en général réussi à créer ou à développer les éléments d'une production et d'un mouvement considérables. On ne saurait donc trop engager nos jeunes ingénieurs à étudier la géologie de l'Espagne. La leur faire connaître dans ses généralités est le but de ce travail.

---

(1) Nous tenons à remercier ici notre éminent ambassadeur à Madrid, M. l'amiral Jaurès, de la gracieuseté de son accueil et de l'assurance qu'il nous a donnée de l'intérêt qu'il porte à l'étude approfondie de l'Espagne par nos ingénieurs et nos géologues.

Le premier aspect géologique de l'Espagne est différent selon qu'on y pénétre par Irun ou par Portbou.

On sait que les 400 kilomètres de Pyrénées franco-espagnoles, dirigées à peu près O.-N.-O, se continuent avec même longueur, à 40 ou 50 kilomètres environ de la côte du golfe de Gascogne, sous le nom de Pyrénées cantabres, à travers la Navarre, la Biscaye, les Asturies, et la Galice, jusqu'aux sources du Minho, près de Lugo, qu'elles contournent en fer à cheval, pour venir finir au cap Finisterre. Mais des différences considérables caractérisent les deux parties de cette chaîne.

En effet dans la partie franco-espagnole, la ligne de faîte présente, surtout à l'est, les relèvements des terrains de transition, inférieur et moyen, entrecoupés par de nombreux îlots granitiques plus ou moins allongés, et, sur les deux versants, des marges ou terrasses de terrains crétacés et éocènes, désignés sous le nom de petites Pyrénées. Mais, tandis qu'en France, à partir d'Oloron, jusqu'à Orthez et Bayonne, c'est le terrain crétacé qui se développe, en Espagne au contraire, c'est l'Éocène qui prend de l'extension autour de Pamplona. Puis à la disposition linéaire de nos Pyrénées aux cimes neigeuses et dentelées succèdent, dans le pays basque, des masses confuses, abaissées à 1,000 mètres environ et entrecoupées de vallées d'orientations diverses. Ainsi, à partir de Saint-Sébastien, Tolosa, Onate, Miranda et Pancorbo, les Pyrénées espagnoles sont constituées surtout par les relèvements de grandes masses de terrain crétacé de Saint-Sébastien jusqu'à Vitoria et aux environs de Burgos, au sud-est. — Çà et là, au centre et près des côtes de Biscaye et de Guipuscoa, à l'ouest d'Aspeitia et au nord de Bilbao, des îlots porphyriques et ophitiques, des restes de volcans éteints ont tourmenté et disloqué cette région d'environ 120 kilomètres carrés. On y trouve des minerais de fer, en très grande abondance et de très bonne qualité, se prêtant très bien à la fabrication de la fonte et de l'acier pour armes blanches et pour canons, à la mine de Mondragon en Guipuscoa et dans le gisement de Somorrostro près de Bilbao.

Bien que M. de Botella n'ait cru devoir mettre aucun indice spécial sur sa carte générale pour diversifier les étages de la Craie et que, d'ailleurs, il soit souvent difficile, dans l'état encore peu avancé des recherches, d'en tracer les limites, les géologues s'accordent à y reconnaître non seulement les divers étages de la Craie inférieure, mais encore ceux de la Craie moyenne. Des monographies et des coupes prises autour des districts miniers ou le long du chemin de fer de Bilbao à Miranda permettront seules de préciser la position de ces divers étages.

A cette région, qui comprend vers l'ouest, au nord et au sud de Reinosa, des terrains triasiques sur lesquels repose un lambeau de terrain jurassique, correspond le nœud embrouillé par lequel les sierras de Reinosa se rattachent aux Pyrénées cantabres, pour de là descendre vers le sud-est, sous le nom de sierras de Occa, d'Urbion et de Soria, et former ainsi, sur une longueur d'environ 250 kilomètres, l'escarpe, parallèle à l'Ebre, du plateau de la Vieille-Castille.

Les Asturies, au nord de Léon, sont un pays de montagnes escarpées, aux sommets élevés de 2,000 mètres environ, et qui se trouvant être le grand condensateur naturel des vapeurs d'eau venant du sud-ouest et du nord-ouest envoient, au nord, des torrents côtiers qui se précipitent dans la mer par des espèces de fjords ou de rias, baies profondes, étroites, à bords escarpés, et au sud, des torrents non moins rapides qui, déversant leurs eaux dans les rios Pisuerga ou Esta, ou directement dans le Duero, ont d'abord comblé l'ancien lac miocène de Valladolid de Burgos à Zamora et à Benavente. Puis ces mêmes cours d'eau ont transporté à la surface de ces terrains lacustres un des plus importants manteaux d'alluvions anciennes torrentielles, puisqu'ils sont arrivés à plus de 80 kilomètres de la montagne et qu'ils ont plus de 150 kilomètres de longueur.

Cette province a de riches bassins houillers, situés près de la côte et à moins de 75 kilomètres de la ville de Léon, et qui sont desservis d'un côté par les chemins de Santander, d'Oviedo, de Gijon, ce qui leur assure un avenir commercial des plus importants.

Tout ce pays des Asturies, par ses montagnes, son terrain dévonien et carbonifère, par son aspect et son climat, ressemble beaucoup aux grands districts houillers de l'Angleterre; M. Forbes pensait même qu'il en avait été détaché, à l'époque probablement des grandes commotions géologiques de l'Europe secondaire ou tertiaire.

On sait que M. Grand et M. Virlet d'Aoust ont étudié ce grand bassin houiller de 140 kilomètres de longueur et les districts de Riosa, Mières, Tudela, Langreo, Siero, Nava, Rey-Aurelio, Laviana Aller, Lena Quiros, dont ils ont reconnu les roches constituantes, le grès houiller quartzeux, les schistes, les poudingues à galets de quartzite ou de calcaire, qu'ils ont signalé la grande étendue du calcaire carbonifère dont ils font remonter la formation à une époque probablement plus ancienne que celle des autres bassins houillers de l'Europe. Quant aux directions des couches on y a constaté les directions N.-N.-E, O.-N.-O, ou des Pyrénées, et E.-N.-E. L'inclinaison des couches y est de 65°, la puissance moyenne (1) de 70 centimètres environ, et les propriétés générales de cette houille grasse sont la fabrication du coke et du gaz.

M. Grand a constaté aussi que les grès ferrugineux, les seuls qui soient exploités et exploitables sur la côte près de Luanco, et près d'Oviedo, comme les gîtes de cinabre et d'antimoine des Asturies, appartiennent au terrain dévonien, dont les grès auraient été probablement imprégnés, après leur dépôt, de liquides et de substances métallifères.

A l'Ouest de ces grands bassins houillers, c'est surtout le terrain silurien qui s'étend sur un espace de 100 à 150 kilomètres environ dans tous les sens.

Dans la Galice prédominent les masses granitiques, arrondies par érosion ou décomposition, et traversées sur bien des points par des roches porphyriques ou ophitiques. Ces grandes masses se continuent, au sud, dans le Portugal, jusque près de Coimbre, d'où, se dirigeant vers le sud-est, elles se rattachent à celles de l'Estramadure espagnole, et aux gneiss, aux micaschistes, aux talcshistes d'Evora, de Badajoz, du nord d'Huelva et de Séville, et aux terrains de transition qui les accompagnent.

Des faits nombreux et importants nous semblent attirer l'attention du géologue stratigraphe dans la partie N.-O. de la péninsule espagnole et dans celle du sud-ouest. Sans vouloir préjuger les conclusions positives que la science pourra en tirer quelque jour, nous pensons que la disposition transversale de ces grandes masses granitiques et schisteuses sur une longueur de 400 kilomètres au N.-O, de près de 300 au sud-ouest, a été le résultat de mouvements considérables et successifs, à des époques qu'il serait difficile sans doute de préciser, mais que nous rattacherions cependant à la fin de l'époque secondaire et à celle des commotions pyrénéennes. La grande profondeur 500, 1,000, 1,500, 2,000 mètres, à 20 ou 30 kilomètres seulement du rivage aux caps Finisterre, Carvoéiro et San Vicente, les gorges profondes et les fractures des montagnes sur les frontières du Portugal par lesquelles les cours d'eau espagnols descendent des plateaux secs de la Castille dans le bassin océanique, où ils deviennent de vrais fleuves navigables par suite des pluies abondantes du versant portugais, la direction de ces fractures à peu près N.-N.-O. ou O.-N.-O., ou bien dans le sens de leurs perpendiculaires E.-N-E, ou N.-N.-E, dont les résultantes de direction paraissent alors N.-O. ou N.-E, toutes ces circonstances nous font penser que le relèvement de ce grand axe a dû amener, du côté de l'ouest, par voie de refoulement le grand affaissement ou l'anfractuosité littorale sous-océanique à de grandes profondeurs, et du côté de l'est, des inclinaisons plus douces, des relèvements et des affaissements partiels concomitants, lesquels auront façonné les parois et le fond des grands lacs de Valladolid et de Madrid, tandis que le relèvement et l'affaissement sous-pyrénéens creusaient le lac de Zaragoza et celui de Toulouse.

---

(1) Société des ingénieurs civils, 1874, par M. Grand — Rapports sur les concessions houillères de Moréda et de Turon dans les Asturies, 15 mai 1873, par M. Virlet d'Aoust.

D'un autre côté il se détache de ces masses primitives de la Galice et du Portugal un massif granito-schisteux, central, relié à l'est, par les sierras de Muela, de Siguenza et du Moncayo à la ligne de faîte sinueuse du versant méditerranéen et aux Montes Universales, point de partage des bassins de l'Ebre, du Duero et du Tage. Ce massif vient, sous le nom général de Sierra de Guadarrama, sur une longueur d'environ 300 kilomètres, former au nord de Madrid, entre l'ancienne et la nouvelle Castille le rempart crénelé alternativement par les sierras et les cols de Somosierra (1,400^{m}), Pic de Peñalara (2,400^{m}), col de Navacerrada (1,800^{m}), de Guadarrama (1,500^{m}), de la Cañada, au passage du chemin de fer d'Avila (1,359^{m}), Alto de la Cierva (1,800^{m}), sierra de Gredos, pic del Moro d'Almanzor (2,650^{m}), sierra de Gata (1,700^{m}). Si l'on examine attentivement la direction des divers chaînons qui composent ce massif, des fractures et des cours d'eau qui les séparent, on remarquera deux directions moyennes, parfois difficiles à suivre au milieu des granites et des schistes, mais qui s'accusent du N.-E. au S.-O. avec ramifications et autres fractures perpendiculaires du N.-O. au S.-E.

Si l'on voulait suivre et étudier un rapprochement entre la Montagne noire au sud-ouest de la France et le nord-ouest de ce massif central de Guadarrama, on trouverait de très grandes analogies de directions de fractures et de disposition des terrains entre l'extrémité du lac de la vieille Castille et de Léon, vers Salamanca, et Castres à l'extrémité du lac de l'Albigeois.

Il y aurait encore peut-être un rapprochement plus important à établir entre les relèvements et les affaissements N.-O. de cette bande granito-schisteuse occidentale ou hispano-lusitanienne, et ceux de même direction de l'Auvergne, se rattachant par une bande souterraine du coté de Poitiers à la Bretagne et par le plateau sous-marin de la Manche à la presqu'île de Cornouailles et à l'Irlande.

Tous ces massifs occidentaux de l'Espagne sont constitués par diverses espèces de granites, de schistes micacés, talqueux et siliceux, auxquels succèdent les schistes argileux et les quartzites siluriens.

Il est à remarquer que les grandes altitudes et par conséquent les fortes pentes des plans inclinés très fracturés ou très facilement érosibles ont amené sur les bords du lac, du côté d'Avila et de Ségovia, la formation d'abord de grands conglomérats ou de dépôts de cailloux roulés sous-guadarramiques, puis le dépôt des grès, des argiles et des calcaires lacustres du côté d'Avila sur les bords du grand lac éocène, puis miocène de Valladolid, jusqu'où plus tard les cours d'eau ont transporté le grand manteau diluvien et alluvien qui recouvre les terrains tertiaires. Sur le revers méridional de la sierra de Guadarrama, il s'est passé des phénomènes analogues dont on retrouve la trace sur les bords du Hénarès, de l'Alberche, du Tieta et du Tage vers Sadraque, Guadalajara, Madrid, Tolède, Talavera, Saint-Just, Plazencia.

Quand on entre en Espagne par Portbou, la montagne et le tunnel des Balîtres, et qu'on passe du Roussillon dans la Catalogne, à travers les granitiques et schisteuses Albêres, on croit tout d'abord passer du pays de la lumière dans celui de l'obscurité. L'œil s'attristerait de ces gorges schisteuses et sombres qui ont fait disparaître les orangers, les aloès et les oliviers de Collioure, si parmi les tunnels les viaducs et les remblais, il ne découvrait parfois de charmants ravins se terminant en fer à cheval par des schistes gris-noirâtres qui viennent déchirer et franger d'écume le flot bleu des petites criques qui se succèdent. Peu à peu les montagnes érodées s'abaissent et s'éloignent, le panorama des sommets pyrénéens se développe magnifiquement au nord-ouest, pendant que l'on coupe successivement les riches alluvions du Llobregat, de l'Alga, de la Fluvia et du Ter, qui viennent combler le golfe de Rosas de leurs dépôts de sables et de vases limoneuses.

Ces cours d'eau qui entourent le territoire de Figueras, descendent des terrains crétacés et éocènes, traversés aux environs de Castelfollit, d'Olot et Santa Pau, à 40 kilomètres à l'ouest de Figueras, par les ophites et les basaltes. On a rapproché avec raison ces volcans éteints de ceux de Sijean, d'Agde et de Pézenas, en France, dont ils sont le pendant comme évents orientés du relèvement et des affaissements pyrénéens et cévenoles.

On coupe ensuite des collines tertiaires formées de marnes et de grès, surmontées de poudingues ou de cailloux diluviens d'une grande étendue et d'une grande puissance. L'ensemble offre la plus grande analogie avec l'Éocène des environs de Carcassonne, mais on rentre bientôt au delà de Gerona dans les granites et dans les schistes, et l'on n'a plus qu'à choisir à l'Empalme l'une des deux voies qui conduisent à Barcelone. Celle de gauche ou de Mataro est plus communément suivie par les voyageurs, comme longeant la mer, au milieu de villages, de sables et de rochers enrichis par la pêche, la culture de l'oranger, les eaux minérales, chlorurées, calciques et magnésiennes à 57°, connues sous le nom de Caldas de Malavella, de Caldetas, auprès d'Arenys de Mar, d'Argentona près de Mataro, qui sortent comme par enchantement des granites et des schistes du versant méditerranéen de la chaîne côtière.

Celle de droite doit être préférée par le géologue, car après avoir parcouru ou traversé les belles vallées de la Tordera, de Llinas, du Congost, on arrive à Granollers d'où se détache la ligne ferrée qui conduit au nord-ouest jusqu'à Vich et au delà, dans la région si intéressante des eaux ferrugineuses et thermales de la Garriga, de Caldas de Monbuy (67°), du bassin houiller de San Juan de las Abadesas, des gisements de fer, de cuivre, de gypse, de sel gemme, qui s'étendent sur le revers oriental des Montagnes de la Sègre et de la Cerdagne et que domine la cime granitique du Montseny à l'altitude de 1,700 mètres.

Les monts de la Sègre, auxquels font suite ceux d'Almenara et d'Arès jusqu'à l'embouchure de l'Ebre, sur une longueur d'environ 250 kilomètres, divisent en deux triangles à peu près égaux, le grand triangle rectangle de la Catalogne, d'environ 3 millions d'hectares. Ces monts se dirigent du nord-est au sud-ouest. D'un autre côté, à 40 kilomètres environ au nord-ouest de Barcelone, le Montserrat dresse à 1,250^{m} environ d'altitude sa grandiose muraille de poudingues, démantelée et déchiquetée comme des tuyaux d'orgue par l'érosion. Les géologues stratigraphes font généralement passer par le Monseny et par le Monserrat, deux systèmes d'alignement intermédiaires, pour le premier entre le N.-E. et le N.-N.-E., et pour le second, entre le N.-O. et le N.-N.-O., dont ils prolongent les axes en France et en Espagne. En s'éloignant de Barcelone vers le sud-ouest, l'intérêt géologique de cette ligne stratigraphique s'accroît, car on la voit traverser des lambeaux de miocène marin qui reposent tantôt sur le Trias, tantôt sur le Jurassique, tantôt sur le Crétacé, pour aboutir au grand delta de l'Ebre.

Le fleuve, malgré ses 700 kilomètres de longueur, de Reynosa à la mer, malgré les affluents de Navarre, malgré l'Aragon et le Gallego qui entourent le grand plateau des Bardenas reales, entre Tudela et Zaragoza, malgré l'Isuela, l'Essera, la Cinca, qui lui apportent presque toute l'eau de pluie et de fonte des neiges des Pyrénées centrales, malgré ses minces affluents de gauche, le Jalon, le Martin, le Guadalope, n'apporte à la mer que des eaux peu abondantes et très ralenties, qui déposent sur l'île de Buda, et jusque près des îlots granitiques des Columbretes, les sables et les vases qui encombrent ses bouches, ses canaux et ses deux ports de los Alfaques et del Fangal.

Mais au point de vue hydrographique, l'Èbre offre une direction axillaire rectiligne, dans son cours supérieur et moyen, qui n'a pas manqué de frapper les géographes. Il représente en effet la ligne collectrice de plus grande pente des eaux qui tombent dans ce bassin triangulaire de l'Aragon et de la Navarre, de plus de 8 millions d'hectares, et, chose à remarquer, ce n'est qu'à grand'peine et après un détour de Caspe à Mesquinenza, et de l'embouchure du Sègre à Mora, Tortosa et Amposta qu'il franchit à Xerta la barrière des monts d'Arès.

Presque tout le bassin de l'Èbre, jusqu'aux montagnes de la Catalogne, n'était autrefois qu'un grand lac éocène et miocène qui s'est peu à peu vidé dans la Méditerranée par la brèche de Xerta. Or le grand intérêt géologique de ce bassin consiste à retrouver, d'une part la limite supérieure du niveau de ce lac et les fractures antérieures qui en ont façonné les parois. Lorsqu'on étudiera attentivement et sur toute la ligne la paroi sud-ouest, on retrouvera les traces du rivage et de ses grèves, à peu près parallèles au cours moyen de l'Èbre, et reposant sur les calcaires jurassiques et crétacés qui forment l'escarpe N.-E. du plateau des Castilles. Si l'on rattache à cette ligne la bande tria-jurassique et crétacée qui s'étend de Burgos à Calatayud, et de Medina-Celi à la Méditerranée, on se trouvera bientôt sur la trace des grands événements géologiques qui ont préparé l'Espagne à passer du régime marin au régime lacustre et de celui-c au régime continental et fluvial actuel. En effet deux zones de terrains secondaires d'une largeur moyenne de 100 kilomètres environ e d'une longueur de 600 kilomètres chacune, chevronnent, si l'on peu ainsi parler, par leur rencontre, au cap de la Nao près Denia au sud est, l'immense écusson que figure l'Espagne. C'est, si l'on aime mieux un immense V formé par deux bandes se rencontrant à angle droit l'une est la ligne secondaire du versant S.-O. de l'Èbre, l'autre cell du versant N.-O. du Guadalquivir. L'affaissement et l'érosion d l'une ont fait le grand lac de Zaragoza ; l'affaissement de l'autre ouvert le golfe de Cordoue, et la vallée du beau fleuve de l'Andalousie.

De Tortosa à Rosas, la bande littorale granitique de Tarragona de Barcelona a été vers le N.-E. la digue naturelle du grand lac d l'Aragon.

De Cadiz et de Gibraltar à Cartagena les sierras granitiques schisteuses de Ronda, de Malaga, d'Alhâma, les sierras Nevada, d

Gador, d'Huescar, d'Almenara ont été le mole protecteur du golfe d'Andalousie contre les courants océaniques et méditerranéens.

En outre, si nous regardons du côté de l'ouest de l'Espagne ou du Portugal, nous retrouvons vers Cacérès ou Badajoz un angle rentrant ou mieux au cap de Roca, près de Lisbonne, un angle saillant formé par deux bandes granitiques et schisteuses dirigées N.-E. et S.-E. qui se coupent aussi à angle droit, vont d'Oviedo à Cacerès et de ce point à Linarès, et probablement se continuent sous les terrains secondaires et tertiaires jusqu'aux environs de Carthagène. De telle sorte qu'entre ces deux chevrons opposés par l'ouverture de leurs angles, s'étend l'immense parallélogramme des plateaux tertiaires et diluviens de la vieille et de la nouvelle Castille.

Nous ne saurions montrer et discuter, dans cet aperçu déjà trop long de la géologie de l'Espagne, la réalité, la date d'apparition et l'utilité des alignements du Monseny et du Monserrat, mais les alignements les plus importants comme directrices générales des relèvements et des affaissements, des axes de bombement et de fracture des couches, des failles et des clus ou brèches par lesquels se font jour les cours d'eau et les émissions de matières minérales, nous ont paru se répartir ainsi : 1° des alignements se rapprochant du système de la Côte d'Or et du Mont Viso, ou plus encore des systèmes des Pyrénées et des Alpes, c'est-à-dire de ceux-là même que nous avons constatés dans le Sud-Ouest de la France, si bien que dans les deux régions nous retrouvons la trace des mêmes événements, agissant aux mêmes époques et dans le même sens; 2° des axes N.-N.-O. et E.-N.-E. perpendiculaires entre eux, des axes O.-N.-O. et N.-N.-E. aussi perpendiculaires l'un à l'autre, parfois amorcés ou représentés comme résultantes par les deux directions plus anciennes N.-O. et N.-E. également perpendiculaires. C'est ainsi que l'on peut s'expliquer, croyons-nous, avec beaucoup de probabilité, l'origine et le mode de formation de ces lacs et de ces golfes qui en Espagne, comme en France et en Italie, sont peu à peu devenus de la terre ferme et de grands bassins fluvio-lacustres.

Les géologues ne pourront que se réjouir le jour, où un chemin de fer, qui ne peut manquer de se faire tôt ou tard, reliera directement Alicante à Grenade, à travers les alluvions, les sables, les marnes irisées ou les terrains miocènes marins qui entourent Elche, et les alluvions anciennes et modernes d'Orihuela, de Murcie. Ce chemin longera la Sangonera et laissera à gauche la bande permienne (d'après la carte de M. de Botella qui a dressé une belle carte spéciale des environs de Carthagène), recouverte en partie par le Pliocène marin et les alluvions de Carthagène ; il traversera les terrains de transition de la sierra Almenara, ceux de la sierra de las Estancas, contournant les îlots triasiques de Lorca, ceux du terrain jurassique de la Sierra de Maria près de Velez Rubio, le Miocène et les alluvions de Baza, pour atteindre le terrain de transport glaciaire et torrentiel de Guadix, petite ville située à l'ouest d'un massif permien et bâtie sur un affluent du Guadiano-Menor.

Les 40 kilomètres qui séparent Guadix de Grenade seraient vite franchis, s'il n'y avait à contourner le soubassement N-O. de la Sierra Nevada, cette masse de 100 kilomètres de long, de micaschites, de granites, avec pointements de roches porphyriques et de serpentine qui, redressés à pic, portent leurs sommets et leurs névés, le Mulahacen à 3,550 mètres et la Veleta à 3,470 mètres.

C'est à la Sierra Nevada et à la Veleta, à ses glaciers, à ses lacs, à ses anciennes moraines que Grenade doit le Genil, les terrains de transport glaciaire ou torrentiel qui l'entourent, les collines de poudingues et de graviers recouvertes d'une belle futaie d'ormeaux, mais érodées par place, sur lesquelles, vues de l'Albaycin, les ruines de l'Alhambra, des Torres Bermejos, du Generalife, de la Vela, du palais de Charles-Quint, dressent à pic au-dessus du Daro leur imposante silhouette.

Il y a une très intéressante étude géologique et archéologique à faire des terrains et du sol de toute cette région, où les Ibères, les Phéniciens, les Carthaginois, les Romains, les Visigoths, les Arabes, les Castillans et les Allemands ont laissé des traces si belles et si bien conservées de leurs passages successifs ; il y aura une riche moisson de faits nouveaux et importants à faire connaître, une interprétation, nouvelle peut-être, de ceux déjà connus à présenter, et pour n'en citer que quelques-uns, que nous retrouvons dans les notes trop rapides de notre voyage, et que nous donnons par conséquent sous toutes réserves, nous signalerons les montagnes calcaires des environs de Bobadilla, de Ronda, de la Peña de los Enamorados, les rampes d'Archidona, les gorges d'Infiernos de Loja, les terrains triasiques, jurassiques, crétacés, éocènes et miocènes que nous avons traversés de Cordoue à Grenade. Peut-être une étude plus détaillée permettra-t-elle : 1° de rajeunir certains de ces terrains, les marnes irisées, les grès bigarrés, les sels gemmes et les gypses du Trias par exemple, qui pourraient bien sur certains points n'être que des terrains éocènes, sidérolithiques, bariolés, gypseux, gréseux calcaires, avec limonites, dolomies, manganèse, etc..., comme cel a été reconnu plusieurs fois en France et ailleurs ; 2° de montre des relèvements, des affaissements, des renversements de couches des axes de fracture ou de bombement orientés N.-N.-O. ou N.-N.-E.

avec leurs perpendiculaires E.-N.-E. et O.-N.-O., ou leurs résultantes N.-O., N.-E., que nous avons déjà retrouvées dans les sierras de la rive droite de l'Èbre, dans la digue catalane de ce fleuve, dans le bassin du Guadalaviar, du Jucar, aux sources du Mundo, de la Segura, du Guadalquivir, comme ceux qu'on retrouve sur les deux versants des Pyrénées ou sur les bords du plateau central.

La Commission de la Carte géologique d'Espagne et les géologues espagnols ou étrangers ont devant eux un immense et bien beau champ d'études minéralogiques, paléontologiques et stratigraphiques. Les collections déjà si remarquables, surtout au point de vue des minerais, de l'École des mines et du Muséum d'histoire naturelle de Madrid, doivent et ne peuvent manquer de s'augmenter, au point de vue paléontologique surtout, du résultat des investigations nombreuses et persévérantes des ingénieurs et des géologues, sur tous les points du territoire. La moisson sera longue, mais riche, et les services et les aperçus que la géologie générale, la géologie locale, l'exploitation des mines et du sol, en retireront, seront considérables, car ils seront la confirmation et l'extension de plus en plus précises et pratiques des faits généraux et des grandes lignes signalés et figurés sur leurs cartes par MM. Élie de Beaumont, de Verneuil et Collomb, et tout récemment et avec non moins de succès par M. de Botella.

M. L. Carez présente les observations suivantes :

Observations *sur quelques points de la géologie de l'***Espagne**, *à propos de la carte de M. de Botella*,

Par M. **L. Carez.**

Je ne puis m'associer entièrement aux éloges que M. Rey-Lescure vient d'adresser à la nouvelle carte géologique d'Espagne de M. de Botella. Certes, quelques-unes des modifications apportées par l'auteur au travail de MM. de Verneuil et Collomb, méritent d'être louées sans réserve ; pour ne parler que de la région que j'ai moi-même parcourue, j'indiquerai de suite les rectifications très heureuses faites dans la province de Huesca. M. de Botella, mettant à profit les belles études de M. Mallada, a délimité les divers terrains de cette région avec une très grande exactitude, et avec autant de précision que le permettait l'échelle réduite de sa carte.

Mais pourquoi, dans la Catalogne, M. de Botella n'a-t-il pas tenu compte des travaux importants publiés dans ces dernières années par M. Vidal ? Les erreurs dans cette province sont très nombreuses ; quelques-unes tiennent au manque de documents précis et ne peuvent être imputées à l'auteur ; mais est-il permis de laisser encore dans le terrain tertiaire les marnes bleues à *Micraster* qui s'étendent de Tremp à la Pobla, quand M. Vidal a démontré, dès 1875, qu'elles devaient être rattachées au terrain crétacé, probablement au Sénonien ?

M. de Botella ne met qu'une seule couleur pour le terrain crétacé, mais en désignant par une lettre chacun des étages qui le composent ; or, il me semble que ces lettres ont été placées d'une façon un peu arbitraire et que la distribution géographique des différents étages n'est pas d'une très grande exactitude. La carte de l'Espagne septentrionale que je publierai prochainement (1), montrera combien mes appréciations diffèrent de celles de M. de Botella ; mais je ne puis m'empêcher de faire remarquer dès maintenant, que cet auteur, étendant sa carte sur une partie du midi de la France, n'hésite pas à comprendre dans le Gault toute la région comprise entre Bayonne et Bagnères-de-Bigorre, ce qui ne s'accorde pas du tout avec ce qui a été publié sur cette région par les différents auteurs.

Je terminerai par l'examen de la légende que M. de Botella a cru devoir admettre pour les terrains tertiaires ; il divise d'abord cet ensemble en Éocène, Oligocène, Miocène et Pliocène, puis subdivise chacun de ces étages en deux assises, l'une marine et l'autre lacustre.

Je considère qu'un pareil système de nomenclature doit être rejeté en principe ; un terme quelconque de la série stratigraphique doit s'appliquer à une époque et non à un mode de formation. Néanmoins, lorsque, dans un pays encore peu étudié, les rapports des dépôts marins et des dépôts d'eau douce ne sont pas suffisamment connus, on peut conserver provisoirement cette nomenclature défectueuse ; c'est ainsi que j'ai moi-même adopté, dans ma carte, la dénomination de Miocène lacustre, parce que je ne savais à quelle subdivision du Miocène marin, il fallait rapporter les assises qui constituent la grande plaine de l'Ebre.

Mais pour l'Eocène, il n'en est pas de même ; et M. de Botella est amené, par son système de nomenclature à placer dans deux subdivisions distinctes des couches certainement synchroniques. Les poudingues supérieurs qui terminent constamment l'Éocène du Nord de l'Espagne, sont, en effet, indiqués sous une teinte différente, suivant qu'ils renferment ou non un banc lacustre accidentel ; sous ce rapport, la carte de MM. de Verneuil et Collomb était bien préférable à celle qui vient d'être publiée, puisque divisant l'Éocène, en *nummu-*

---

(1) Cette carte se trouve dans mes « Études sur les terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne ». — Paris, chez Savy, 1881.

litique et *conglomérats*, nos compatriotes ne plaçaient sous une même couleur que des couches évidemment de même âge ; ils évitaient insi la confusion qui se remarque sur la carte de M. de Botella.

M. L. Pillet présente en ces termes une

Carte géologique articulée de la Savoie.

Depuis quelques années on s'est beaucoup occupé des perfectionnements à introduire dans les méthodes d'enseignement et surtout dans le matériel scolaire. A l'exposition universelle de 1878, une section spéciale était réservé aux livres, tableaux et autres accessoires destinés à l'instruction primaire.

Pour la géographie et la cosmographie, des améliorations impor-antes ont été réalisées. Je me suis demandé s'il n'y aurait pas aussi quelque chose à faire pour la géologie, surtout depuis que cette cience est entrée dans le programme de l'enseignement classique lémentaire.

Il m'a semblé qu'on faciliterait singulièrement l'étude des terrains 'une contrée, si l'on pouvait ajouter à la carte géologique ordinaire es cartons mobiles indiquant à l'œil la superposition et l'inclinaison es couches. Ce serait là une de ces leçons de choses, dont on s'accorde à vanter l'utilité, une image faisant comprendre sans peine ce u'il est si difficile d'expliquer en paroles, ou de représenter par des oupes isolées.

De là est née l'idée de ces *cartes articulées*. J'en présente aujour-hui une application au département de la Savoie, et spécialement la partie ouest que je connais le mieux.

Les chaînes de montagne étant dirigées N.-S., j'ai pris mes coupes travers suivant les degrés de latitude. J'aurais suivi les degrés de ngitude, ou les diagonales, si les chaînes eussent été autrement rigées : toujours de manière à les couper transversalement.

J'ai adopté, pour les hauteurs, l'échelle même de la carte, $\frac{1}{80,000}$ qui est bien suffisante pour parler à l'œil. La base de mes car-ns mobiles représente le niveau de la mer ; je leur donne la hauteur cessaire pour y figurer les sommités les plus élevées. Je pourrais outer des cartons *adventices* entre les grandes lignes, soit même en vers, pour marquer les points où les coupes sont plus compliquées demandent un dessin spécial.

Il me semble que chaque commune, où l'on enseigne les éléments la géologie devrait avoir sa carte murale articulée représentant le département ou l'arrondissement que les élèves connaissent le mieux et doivent le mieux connaître.

Pour les cartes géologiques, je préférerais les cartes de l'état-major en teinte bistre, comme celles qui ont servi à MM. Falsan et Chantre pour leur carte du glacier du Rhône ; les cartes ordinaires sont trop noires. Celles que l'état-major a relevées pour nos frontières avec courbes horizontales sont plus nettes; mais destinées à servir de guide aux opérations militaires, elles ont trop peu de relief, puis trop de chemins en noir, les forêts y sont marquées en ombres plates qui engendrent la confusion, et ne laissent pas assez visibles les indications géologiques et minéralogiques. Celles-ci ressortiraient mieux, si elles étaient seules tracées en noir, sur une carte toute en bistre.

J'ajouterai quelques mots sur la gamme des teintes. Le congrès géologique international dans la première session au Trocadéro, en 1878, s'est occupé de cette question difficile. Il a nommé une commision chargée d'adopter des teintes de convention uniformes, pour le monde entier.

Nous attendons son verdict, au congrès de Bologne au mois de septembre prochain.

Le principe qui semble prévaloir est celui de l'ordre naturel du spectre, du violet au rouge, Mais il est impossible d'en détacher les cent nuances nécessaires pour différencier au moins cent étages.

Je me suis demandé si l'on ne pouvait pas varier les couleurs, en usant du noir, qui n'entre pas dans le spectre ; ainsi j'ai essayé d'appliquer une série de teintes claires, ou mêlées de blanc, depuis le bleu du Jurassique jusqu'au blanc des formations actuelles, puis de reprendre la même série mêlée de noir du Cambrien au sommet du Trias. On double ainsi le nombre des teintes.

C'est un procédé que je me permets de signaler aux membres de la commission internationale, chargée de résoudre ce difficile problème.

Je recommanderais également les teintes vives pour les roches primitives, les mêmes teintes vives avec gomme laque pour les roches éruptives.

Par-dessus tout, je voudrais que l'on ajoutât à chaque teinte des lettres latines et grecques afin d'en préciser la signification, alors même que le coloriste aurait mal rendu la nuance, ou que le temps l'aurait altérée.

C'est encore, à mes yeux, un motif d'adopter la carte à teinte bistre afin que les lettres indicatives des teintes y ressortent visiblement.

Je dois ajouter en finissant que je ne présente pas ici une carte achevée, un modèle complet. Le temps m'a manqué pour vérifier tous les détails sur le terrain, et même pour la dessiner dans le cabinet.

Ce n'est donc qu'un spécimen de ce que je me propose de faire, désirant le soumettre d'abord à votre examen et m'aider de votre expérience.

Séance du 25 *Avril* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, Secrétaire, donne lecture des procès-verbanx de la dernière séance, et de la séance générale annuelle, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. ÉTIENNE DE CANSON, présenté par MM. Daubrée et Delaire.

RENÉ DE BOUTRAY, présenté par MM. de Raincourt et de Lapparent.

M. l'abbé BARDIN, ancien membre, est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. Bioche présente la note suivante :

Sur les **Couches à Aptychus** *de Lémenc* (*Savoie*),

par M. **L. Pillet.**

En étudiant la géologie de la colline de Lémenc auprès de Chambéry, j'avais signalé, en 1875, trois étages caractérisés par des fossiles distincts :

1° L'étage des carrières de Lémenc, couches à *Am. tenuilobatus* ou *polyplocus*, que je rapportais à l'*Astartien* ou *Kimméridgien* inférieur.

2° L'étage du Calvaire, correspondant à celui de Solenhofen, de Rogoznick, avec *Am. lithographicus* et *Terebratula janitor*.

3° La vigne Droguet, correspondant à Stramberg et au *Tithonique* des auteurs allemands.

Je viens aujourd'hui décrire un nouvel étage à intercaler entre les numéros 2 et 3, entre le Calvaire de Lémenc et la vigne Droguet.

Dans la *Description géologique et paléontologique de la colline de Lémenc* (Chambéry, 1875), j'avais déjà signalé cet étage en ces termes (p. 38) : « Plus haut, dans la vigne du couvent de la Visitation, où « sont ouvertes les carrières de M. Lachenal, retour des mêmes as« sises calcaires, excellentes pierres d'appareil, coupées de lits de

« marne noire pétrie d'*Aptychus*. C'est le célèbre niveau des marnes à
« *Aptychus*, qui a été reconnu sur une vaste étendue en Suisse et en
« Allemagne, au-dessus du calcaire à *Diceras* d'Innwald, et sous le
« *Diphyakalk*. Outre les *Aptychus* caractéristiques, nous y avons re-
« cueilli de rares Ammonites, etc. »

Ce sont ces assises calcaires coupées de lits marneux que j'étudie aujourd'hui, sous le nom de *couches à Aptychus*.

Pour procéder avec méthode, j'indiquerai d'abord la nature et la position des *Couches à Aptychus*, à Lémenc et dans les coteaux voisins ; je décrirai ensuite les fossiles de ces stations. Ce ne sera qu'après cette étude minutieuse des faits, que je me hasarderai à en déduire les conséquences théoriques sur l'âge de cet ensemble de roches.

1° DESCRIPTION DES COUCHES A *Aptychus*.

Au Calvaire de Lémenc, quand on part des couches grises, qui couronnent les calcaires compacts à *Am. lithographicus*, et qu'on monte vers l'oratoire, on rencontre un calcaire dur, à aspect coralligène, contenant de rares polypiers silicifiés.

Les fossiles y sont confus, impossibles à détacher et à déterminer spécifiquement.

Néanmoins, d'après l'aspect général, il est probable que cette assise appartient encore aux couches de Rogoznick, et marque la transition à l'ère qui lui a succédé.

Au-dessus, dans les tranchées de la carrière Lachenal, sans qu'on puisse voir la superposition immédiate, viennent de minces assises de calcaire brun compact, de $0^{m}10$, à $0^{m}20$, séparées par des marnes souvent imprégnées d'une matière bitumineuse, et qui alors passent au noir foncé, brillant comme le jayet. C'est dans ces lits marneux qu'ont été recueillis les *Aptychus* et presque tous nos fossiles.

Ces assises, bien qu'on ne voie pas leur base, semblent avoir une épaisseur de cinq mètres seulement. Elles sont recouvertes immédiatement, dans la carrière même, par des calcaires blancs dolomitiques, compacts, que leurs fossiles permettent de rapporter aux brèches de *Stramberg*, de la vigne Droguet. Les cultures et les clôtures qui surmontent la carrière Lachenal ne permettent pas de suivre pas à pas la série jusqu'au bout. On voit seulement par les rocs taillés le long de la route, que les calcaires dolomitiques bréchiformes, à éléments blancs et gris, s'y succèdent sur une hauteur considérable, jusqu'aux calcaires blancs, lithographiques, esquilleux de la vigne Droguet.

En tous cas la position des *marnes à Aptychus*, entre les calcaires de Rogoznick et les brèches dolomitiques de Stramberg, n'est pas douteuse; elle nous suffit pour déterminer l'âge de cette intéressante formation.

Au nord du Calvaire de Lémenc, on retrouve ces mêmes assises au Tilleret, sur la commune de Vézel-Pragondran. Elles sont en bancs minces, supportant des dolomies analogues à celles de la vigne Droguet.

A Jacob, au-dessus de la cascade de ce nom, en montant vers Montagnole, on découvre aussi de minces assises, qui sont probablement sur le même niveau; mais l'absence de fossiles, la végétation qui jette un voile, ne permettent pas de constater l'identité.

En somme, en Savoie, nous n'avons encore que la seule *carrière Lachenal;* tout le surplus se réduit à de vagues conjectures. Par contre, au Pouzin, dans le département de l'Ardèche, nous retrouvons les mêmes marnes à *Aptychus* reposant visiblement sur des calcaires qui font suite à ceux du château de Crussol.

D'après la description consciencieuse que M. Huguenin a bien voulu m'adresser, il paraît que la zone à *Aptychus* est recouverte d'une couche de poudingues d'environ six mètres d'épaisseur, puis de calcaires avec intercalations de marnes, épais de 120 mètres, qui correspondent probablement à notre *vigne Droguet.* Le tout est couronné par les marnes de Berrias.

M. Huguenin nous dit qu'au Pouzin, quelques Ammonites non décrites se mêlent aux *Aptychus.* Il les a communiquées à M. Fontannes, qui, nous l'espérons, en publiera bientôt une monographie.

2° FOSSILES DES COUCHES A *Aptychus.*

CÉPHALOPODES.

Belemnites semisulcatus, Münster.

Cette espèce est la plus répandue dans les couches de marne noire, mais elle n'y atteint ordinairement qu'une petite taille, $0^{m}03$ à $0^{m}04$ de longueur. La pointe est parfois excentrique; je ne pense pas que cette excentricité suffise pour constituer une espèce différente; peut-être n'est-elle due qu'à une déformation accidentelle.

La *B. semisulcatus* est assez connue pour que je me dispense d'en répéter ici la description.

Belemnites Pilleti, Pictet.

Cette espèce créée par Pictet sur quelques échantillons de Lémenc et d'Aisy (Étude provisoire des fossiles de la porte de France, d'Aisy et de Lémenc, Genève, 1868, p. 219), aurait certainement besoin d'être revisée aujourd'hui et subdivisée en plusieurs espèces ou variétés. Déjà, dans sa description de 1868, Pictet signalait trois échantillons, qui n'étaient point identiques.

Celui qu'il a figuré sous le n° 1, et qui provient de Lémenc, doit rester le type de la *B. Pilleti.* Voici la description qu'il en donne :

« Son rostre est quadrangulaire, à angles émoussés et flancs déprimés, de sorte que la coupe est la même à toutes les hauteurs, « sauf sur la pointe, où elle s'atténue comme à l'ordinaire. Chacun « des quatre côtés présente une dépression médiane. Celle du côté « antérieur et celle du côté postérieur forment un véritable sillon « qui est surtout marqué entre l'alvéole et la pointe. Celles des « flancs sont en forme de canal large et très peu profond. L'alvéole « estimée par un fragment paraît avoir logé un phragmocône d'environ 25°. »

Quelques fragments incomplets des carrières Lachenal me paraissent se rapporter à cette description. Ce n'est d'ailleurs pas surprenant, puisque l'espèce a été créée sur des types venant de la vigne Droguet ; elle s'est retrouvée au calvaire, dans les calcaires de Rogoznick ; il est donc tout naturel qu'elle existe dans les marnes à *Aptychus*, entre ces deux étages.

Belemnites, n. sp.

En étudiant la *Bel. Pilleti*, M. Ernest Favre (Fossiles de la faune tithonique des Alpes fribourgeoises, p. 28) y réunit un échantillon unique, très voisin, et le représente (pl. I, fig. 13, *ibid.*).

Ayant eu la bonne fortune de découvrir un second échantillon du même type, et ayant pu ainsi en faire une étude plus complète, je n'hésite pas à le détacher de la *Bel. Pilleti* et à en former une nouvelle espèce.

Elle diffère du type de la *B. Pilleti*, en ce qu'elle est plus grande et plus grosse, mais surtout en ce que les quatre angles sont si fort émoussés, qu'on distingue à peine la forme quadrangulaire, tout le long du phragmocône, jusqu'à la naissance du cône de la pointe.

Il n'y a qu'un sillon vertical, long, profond qui se prolonge jusqu'à l'amincissement terminal : la face dorsale, opposée, est arrondie, sans apparence de sillon, ni de dépression.

Les sillons des faces latérales ne sont sensibles que vers la pointe ils ne naissent qu'un peu au-dessus de la région où disparaît le sillon ventral.

Par ces divers caractères, on voit que cette bélemnite doit former une espèce nouvelle, bien différente de la *Bel. Pilleti.*

Belemnites Datensis, E. Favre.

Ce type a été décrit par Ernest Favre (Fossiles de la faune tithonique, etc.).

Le rostre est submucroné, terminé par une pointe aiguë et longue. Le sillon ventral est à peine marqué ; mais les deux sillons latéraux sont profondément creusés depuis le phragmocône jusqu'à la pointe. Il résulte de là une forme quadrangulaire du rostre entier ou plutôt une forme aplatie se rapprochant de la *B. bipartitus*, du Néocomien.

Le côté dorsal est plus large que le côté ventral, et ne porte aucune trace de dépression.

Ammonites.

On ne retrouve presque pas d'Ammonites dans cette couche, où cependant abondent les *Aptychus*. Les seules qu'on y voie sont petites, déformées, comme des embryons d'Ammonites.

Parmi ces *fœtus* il est impossible de distinguer les espèces ; on reconnaît cependant certains types lisses, comme des *Oppelia*, et d'autres plissés comme des *Perisphinctes*.

Aptychus punctatus, Woltz, (*imbricatus*, Von Mayer).

Ce qui caractérise ces couches, ce sont les *Aptychus*. D'abord l'*Aptychus punctatus*, souvent de grande dimension, $0^m,064$ de long sur $0^m,032$ de large; quelques-uns, plus allongés, $0^m,066$ sur $0^m,030$.

Je n'ai pas à décrire cette espèce si commune dans toutes les assises du Jurassique supérieur.

Aptychus Beyrichi, Oppel.

Il se distingue par sa taille ordinairement plus petite ; on en trouve qui n'ont pas plus de $0^m,003$ de longueur, le test est peu épais, dépourvu de corps spongieux ; ils sont souvent nettement détachés et faciles à recueillir dans les marnes noires.

Le bord extérieur arrondi en avant tombe en angle vif sur le bord sutural postérieur. Les stries fines suivent la courbe du bord extérieur jusqu'à un pli, où elles changent de direction et, devenues plus fines se dirigent presque parallèlement au bord sutural.

Autres *Aptychus*.

Ce qui est surprenant dans cette assise, où les *Aptychus* striés sont si abondants, c'est l'absence complète de tout *Aptychus* lisse.

BRACHIOPODES.

Après les *Aptychus*, les fossiles les plus caractéristiques sont les térébratules, et surtout certains types qu'on ne trouve ni dans les couches inférieures, ni dans les calcaires supérieurs.

Terebratula Bilimiki, Suess.

Coquille lisse, médiocrement bombée, à pourtour circulaire, sans inflexion aucune. Crochet recourbé, en contact avec la petite valve.

Hynniphoria globularis, Suess.

Coquille globulaire; crochet à peine saillant, foramen très petit, presque en contact avec la petite valve; cette dernière aussi convexe que la grande.

Rhynchonella capillata, Zittel.

Coquille triangulaire, bombée, crochet recourbé, peu saillant. Le test est strié de côtes fines rayonnantes.

Ces trois espèces ont été décrites également par E. Favre, dans les couches correspondantes du Jura fribourgeois.

ÉCHINIDES. — CRINOÏDES.

Rhabdocidaris.

Un piquant à surface crénelée d'un côté, et de l'autre semé d'épines irrégulières et très aiguës. C'est le seul représentant des Echinides dans la couche à *Aptychus*, que j'ai su découvrir jusqu'à ce jour.

Balanocrinus subteres, Münster.

Tige extrêmement fine, $0^m,006$ de longueur sur $0^m,002$ de diamètre contenant six articles de crinoïdes.

Phyllocrinus nutantiformis, Schauroth.

Un calice d'une bonne conservation présente le type décrit sous ce nom par E. Favre.

Un autre calice se rapproche plutôt du *Phyllocrinus Hoheneggeri*, Zittel (Die fauna der alteren cephalopoden führenden Tithonbildungen, 2e band, 2e abtheil, p. 277).

Tetracrinus moniliformis, Münster.

Un article à face rugueuse, en forme de grain de chapelet, nous représente assez bien ce type caractéristique des couches de Solenhofen.

VÉGÉTAUX.

Je dois signaler, en finissant, dans les marnes noires, charbonneuses, de vagues empreintes de tiges végétales. Ce sont probablement des plantes marines, dont la décomposition a fourni la matière bitumineuse qui imprègne les marnes à *Aptychus*.

Les couches minces de calcaire intercalées dans les marnes noires présentent souvent des perforations analogues à celles que produiraient les balanes ou autres mollusques perforants. Il est possible que ce ne soient là que les empreintes des tiges, ou plutôt des racines, dans les boues qui en formaient le support.

3° FOSSILES DU CALCAIRE SUPÉRIEUR.

Pour montrer la différence tranchée entre les marnes à *Aptychus* et les calcaires dolomitiques compacts, qui forment le haut de la carrière Lachenal, il est bon d'indiquer en peu de mots les fossiles que j'ai trouvés dans cette dernière assise.

Les Ammonites y apparaissent avec leur dimension normale, ce sont :

Ammonites Staziscii, Zeuschner (*Haploceras*).
Ammonites Geron, Zittel (*Perisphinctes*).
Ammonites eudichotomus, Zittel (*Perisphinctes*).

On y retrouve surtout les Echinides de la vigne Droguet :

Collyrites Buchii, Desor.
Cidaris glandifera, Goldfuss.
Cidaris coronata, Goldfuss.

En même temps un crinoïde tout à fait caractéristique,

Apiocrinus flexuosus, Goldfuss.

et les bryozoaires, polypiers et spongiaires ci-après :

Ceriopora clavata, Goldfuss.
Synastrœa arduennensis, d'Orb.
Stylohelia mamillata, de Fromentel.
Cnemiseudea globosa, de Fromentel.
Epeudea elongata, de Fromentel.
Porostoma ovata, de Fromentel.
Actinofungia corallina, de Fromentel.
Scyphia milleporata, Quenstedt.

Ces fossiles nous prouvent surabondamment que la roche où ils se rencontrent appartient déjà au calcaire de Stramberg : elle se continue ainsi jusqu'à la vigne Droguet, à 30 ou 40 mètres plus haut.

4° Conclusion

Dans les couches à *Aptychus* de Lémenc, on ne peut s'empêcher de reconnaître celles que M. Ernest Favre a décrites sous le nom de *tithonique* inférieur. (Fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. — Mémoires de la Société paléontologique suisse, vol. VI, 1879.)

Les unes comme les autres, reposent immédiatement sur le Kiméridgien à *Amm. acanthicus* ou *lithographicus.*

En Suisse, comme à Lémenc, la partie fossilifère n'a que trois mètres d'épaisseur, et cependant par son *faciès*, par la couleur, le grain de la roche, ce terrain tranche nettement avec le Kimméridgien.

Les fossiles cités par M. Favre sont bien plus nombreux, plus variés qu'à Lémenc; mais cette différence tient peut-être à ce qu'il a étudié de nombreux gisements fossilifères, éloignés les uns des autres, où les conditions locales et peut-être aussi l'horizon géologique ne sont pas absolument les mêmes. Il est tout naturel qu'il en résulte une faune, où plutôt des faunes plus riches et plus variées que celle de notre unique gîte de Lémenc. Il n'en est pas moins évident, d'après les fossiles caractéristiques, que nous avons le même horizon à Lémenc et dans les Alpes fribourgeoises.

M. Favre lui donne le nom de *Tithonique.* Pour moi, j'avoue que j'aime peu ce nom, introduit par Oppel, nom purement transitoire, qui n'a plus de raison d'être aujourd'hui. Si *Tithonique* indique un intermédiaire entre le monde jurassique et le monde crétacé, il semble que ce serait à des couches bien plus récentes de notre série qu'on devrait le réserver, et ne pas l'appliquer à des couches comme celles-ci, dont tous les fossiles sont exclusivement jurassiques.

Ainsi, aux carrières de Lémenc, le calcaire à *Am. tenuilobatus* ou *polyplocus* est aujourd'hui généralement considéré comme la base du Kimmérigdien, l'équivalent du calcaire à Astartes.

Les couches à *Am. lithographicus* ou *acanthicus*, qui le surmontent au calvaire de Lémenc, me semblent correspondre au Kimmérigdien moyen.

Les marnes à *Aptychus*, dans cette hypothèse, représenteraient le Kimmérigdien supérieur.

C'est à cet étage que se termine la série jurassique, dans les Alpes fribourgeoises ; elle y est surmontée par le Néocomien : c'est ce qui a pu induire à considérer ces marnes à *Aptychus*, comme un intermédiaire, un *tithonique.*

Mais à Lémenc nous sommes plus heureux, la série y est bien plus complète. Nous avons sur les marnes à *Aptychus*, les dolomies, brèches et calcaires de la vigne Droguet, que nous n'osons pas assimiler au *Portlandien*, mais qui appartiennent certainement au Jurassique supérieur.

A Montagnole, au Sud de Lémenc, nous avons une chance meilleure encore : un étage fossilifère, bien supérieur à la vigne Droguet, présente encore des types jurassiques, recouverts par les marnes de Berrias.

Ce serait là seulement, pour nous, qu'il y aurait contact entre le Jurassique et le Crétacé, que le nom de *Tithonique* pourrait être appliqué. Mais nous préférons y voir une faune marine synchronique du *Purbeckien :* la base offrirait les débris nombreux du monde jurassique antérieur, auxquels commencent à se mêler les types nouveaux du monde crétacé. Telle serait, à notre avis, la date de la station de Montagnole.

Je ne terminerai pas sans dire quelques mots de la *Description des Ammonites du château de Crussol*, que vient de publier notre collègue et ami, M. Fontannes.

Il résulte de ses travaux que ces calcaires n'appartiendraient pas, ainsi que nous l'avions cru, comme ceux de Lémenc à l'époque de l'*Amm. lithographicus*, mais à une époque antérieure, celle de la *Waagenia Beckeri*. Les *Ammonites lithographicus*, *steraspis*, *transitorius* que nous y avions cru reconnaître seraient des *prœlithographicus*, *steraspidoides*, *prœtransitorius*, etc.

La haute compétence de M. Fontannes ne nous permet pas de douter de l'exactitude de ces conclusions, pour la montagne de Crussol; mais elles ne changent en rien nos convictions, quant au Calvaire de Lémenc.

Nous apprenons avec plaisir que M. Fontannes a trouvé au-dessus du château de Crussol, jusqu'au Pouzin (Ardèche), une série de couches plus récentes. Nous espérons qu'il y découvrira les équivalents de nos couches de Rogoznick, et de nos marnes à *Aptychus* de Lémenc.

Nous le convierons ensuite, s'il ne rencontre pas dans l'Ardèche la série des couches supérieures, à venir les visiter à Lémenc et à Montagnole. Ses études approfondies en paléontologie, ses connaissances aussi exactes qu'étendues lui promettent une ample moisson dans ce champ à peine défriché jusqu'à ce jour.

M. **Fontannes** rappelle les réserves qu'il a faites en proposant des dénominations nouvelles pour certaines Ammonites des groupes des *Oppelia steraspis* et *O. lithographica*. En l'état actuel de nos connaissances sur les types de Solenhofen, il est impossible d'apprécier avec quelque certitude les limites de leur variabilité. Des déterminations qui ne tiendraient aucun compte des divergences que présentent les espèces de Crussol seraient donc fort discutables, et auraient le tort de préjuger une question stratigraphique, qui doit être résolue autrement que par des assimilations incertaines.

M. **A. Gaudry** présente au nom de M. **Ameghino** un ouvrage en deux volumes, qui a pour objet l'étude de l'**antiquité de l'homme dans la Plata**. M. Ameghino regarde comme impossible de douter que l'homme ait vécu avec plusieurs des animaux fossiles de l'époque *pampéenne : Mastodon*, *Toxodon*, *Mylodon*, *Schistopleurum*, *Panochtus*, etc. Il pense même que les grandes carapaces des *Glyptodontes* ont été utilisées par l'homme comme abris. Pour lui, l'époque pampéenne est pliocène et non quaternaire. C'est seulement dans les couches supérieures que l'on trouve des espèces identiques avec les formes actuelles ; dans les autres couches, non seulement les animaux sont tous d'espèces éteintes, mais encore il y a des genres spéciaux. On a supposé le terrain pampéen de formation récente parce qu'on a cru y avoir rencontré des coquilles marines d'espèces actuelles ; mais M. Ameghino n'y a jamais vu de coquilles marines, bien qu'il ait parcouru les Pampas dans toutes les directions.

La succession des faunes de l'Amérique du Sud, d'après M. Ameghino, est la suivante :

Epoque historique : Animaux domestiques.
Epoque néolithique : Faune actuelle indigène.
ÉPOQUE QUATERNAIRE (mésolithique et paléolithique) : Débris humains, *Palæolama mesolithica, Lagostomus diluvianus, Auchenia diluviana, Cervus diluvianus.*
ÉPOQUE PLIOCÈNE (terrain pampéen). — Pliocène supérieur : Débris humains, *Lagostomus fossilis, Canis Azaræ fossilis, Canis cultridens, Cervus pampœus, Toxodon platensis, Mastodon.*
Pliocène moyen : Débris humains, *Smilodon, Arctotherium, Lagostomus angustidens, Canis vulpinus, Dœdicurus, Macrauchenia.*
Pliocène inférieur : *Typotherium cristatum, Hoplophorus ornatus, Protopithecus bonariensis, Ctenomys latidens.*
ÉPOQUE MIOCÈNE (terrain patagonien) : *Megamys, Toxodon platensis, Nesodon Homalodontotherium, Saurocetes.*

M. Gaudry, comme M. Ameghino, croit invraisemblable que l plupart des genres éteints trouvés dans le terrain pampéen appartiennent à l'époque quaternaire.

M. **Fontannes** remet à la Société une brochure intitulée

« Diagnose d'espèces nouvelles des terrains tertiaires du bassin du Rhône et du Roussillon. »

Le Secrétaire donne lecture du projet de courses proposé par M. **Lory** pour la **session extraordinaire de Grenoble.** M. Lory serait heureux qu'un certain nombre de membres de la Société pussent s'entendre avec lui pour organiser quelques excursions dans les deux semaines qui précéderont l'ouverture de la session.

M. **Gosselet** rappelle les divisions qu'il a établies dans les schistes **dévoniens supérieurs** des environs d'**Avesnes** et de **Chimai**. Il a suivi ces divisions vers l'est et il les a vues se modifier sous les rapports paléontologique et minéralogique : les schistes à *Cardium palmatum* passent latéralement aux schistes de Barvaux qui contiennent une faune toute différente. Les chistes de Famenne proprement dits (schistes à *Rhynchonella Omaliusi*, schistes *à Rh. Dumonti*, schistes à *Rh. letiensis*) deviennent de plus en plus arénacés et passent aux psammites du Condros. On peut dire aussi, d'une manière générale, que les psammites du Condros sont un faciès spécial arénacé contemporain des schistes de Famenne tels qu'on les voit aux environs d'Avesnes.

M. **Fontannes** résume une note intitulée : Sur la position stratigraphique du **groupe de Saint-Ariès**, dans le Bas-Dauphiné septentrional et particulièrement **aux environs de Hauterives (Drôme).** Ce travail est en majeure partie une réponse à un article de M. Falsan paru il y a quelques mois dans le *Bulletin*, et dans lequel cet auteur a combattu la classification adoptée par M. Fontannes pour les terrains néogènes du Bas-Dauphiné.

M. Fontannes maintient les conclusions de ses premières études dans tout ce qu'elles ont de général, et particulièrement en ce qui concerne : 1° la superposition immédiate des marnes à lignite (*Tortonien*) sur les sables à *Nassa Michaudi* (*Helvétien*) ; 2° la discordance de stratification entre le groupe miocène de Visan et le groupe pliocène de Saint-Ariès qui, par sa faune, se rattache intimement aux argiles et faluns du Roussillon.

M. **Munier-Chalmas**, qui a étudié quelques-unes des localités décrites par M. Fontannes, pense que les relations stratigraphiques établies par cet auteur entre les dépôts marins et lacustres des environs de Hauterives par rapport au Pliocène, devront rallier la majorité des géologues.

M. **Fontannes** offre à la Société le sixième fascicule de ses Etudes **stratigraphiques et paléontologiques** pour servir à l'histoire de la **période tertiaire** dans le **bassin du Rhône** ; ce nouveau Mémoire est intitulé le **Bassin de Crest** et comprend l'étude de la plus grande de l'ancien Valentinois.

Dans cette région, les terrains tertiaires se subdivisent en trois groupes, séparés par des discordances de stratification plus ou moins accusées :

I. *Le groupe d'Aix* (Oligocène) reposant sur des lambeaux plus ou moins remaniés des *Sables et Argiles bigarrés* et composé de trois zones bien distinctes : 1° Calcaires à *Cyrena* cf. *semistriata ;* 2° Sables argileux avec intercalations de lits à empreintes végétales et de bancs calcaires à Mélanies ; 3° Calcaires à *Helix Ramondi.*

II. *Le groupe de Visan* (Miocène) comprenant de bas en haut : 1° Marne grise et Mollasse : *Pecten subbenedictus ;* 2° Sables et grès à *Ostrea crassissima ;* sables à Térébratulines et *Pecten Gentoni* (*P. Celestini*, Font.) ; 4° Marnes à lignite et sables à *Helix delphinensis* et *Unio flabellatus* var.

III. *Le groupe de Saint-Ariès* (Pliocène) constitué à la base et sur les rivages par les marnes à *Nassa semistriata*, les faluns à *Cerithium vulgatum*, et au sommet par des marnes blanchâtres et des sables argileux à empreintes végétales qui représentent vraisemblablement le niveau du *Potamides Basteroti.*

Les alluvions tertiaires et quaternaires dont les plus anciennes se sont formées immédiatement après le dépôt du groupe de Visan, se divisent en *Alluvions calcaires ou régionales* se reliant à celles de la Drôme actuelle, et en *Alluvions quartzeuses ou alpines* caractérisées par l'abondance des galets de quartzite ; ces dernières ne s'éloignent pas sensiblement des bords du Rhône.

Sept planches de fossiles et trois de coupes géologiques accompagnent cette Etude.

M. Douvillé communique la note suivante :

Note *sur les* **Lingules** *du* **grès armoricain de la Sarthe,**

par M. **A. Guillier.**

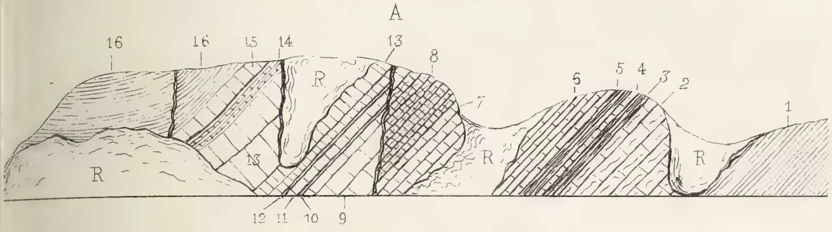
Avec descriptions et figures des espèces par M. **Th. Davidson.**

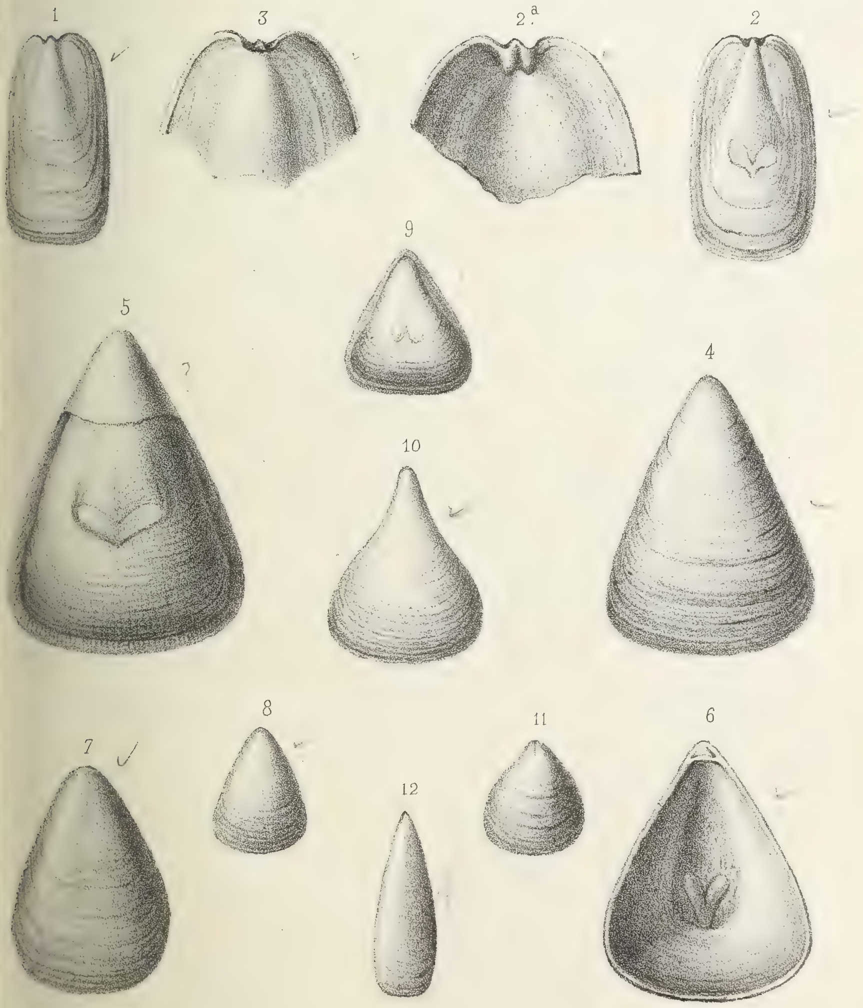
Pl. VII.

On ne connaissait, il y a quelques années qu'une seule espèce d lingule dans le grès armoricain de la Sarthe ; elle provenait de Saint

Note de M^{r} Guillier.

Bull. Soc. Géol. de France. 3^{e} Série, t. IX, Pl. VII.–25 Av^{l} 81.


A
16
16
15
14
13
8
6
5
4
3
2
1
7
R
R
R
R
13
12
11
10
9


1
3
2.a
2
9
5
10
4
7
8
12
11
6

Imp. Becquet, Paris.

1–3. Lingula Criei, Dav.
4–11. L. —— crumena, Phillips.
12. L. —— Lesueuri, Rouault.

[illegible] MUS[illegible]
P D
[illegible]URAL HISTO[illegible]

Léonard-des-Bois et avait été nommée par M. Barrande dans des notes manuscrites, mais il a été reconnu que cette espèce est identique à *Lingula Lesueuri*, Marie Rouault (1) ; ce dernier nom, ayant la priorité, doit être conservé.

Dans ces derniers temps, M. Crié père, pharmacien à Sillé-le-Guillaume, a trouvé dans les environs de sa résidence, plusieurs gisements de lingules qu'il a bien voulu nous indiquer ; nous les avons explorés avec soin et avons communiqué à M. Davidson les exemplaires les plus intéressants ; cet éminent paléontologiste s'est chargé, avec sa bienveillance habituelle, d'étudier ces fossiles et nous a remis les descriptions et figures qu'on trouvera à la fin de cette note.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, nous croyons devoir rappeler brièvement la succession des couches qui, dans la Sarthe, reposent sous l'horizon ardoisier à *Calymene Aragoi* et *Tristani ;* ce sont en allant de haut en bas :

1° Grès armoricain proprement dit, formé de grès et de quartzites généralement blancs, quelquefois rouges ou noirâtres avec des moules assez rares de lamellibranches, l'*Asaphus Armoricanus* Trom., Lebesc(2), et les nombreuses empreintes dont la nature est encore assez problématique et que M. Marie Rouault a désignées sous les noms de : *Fræna*, *Vexillum*, *Dædalus*, *Humilis*, *Tigillites*, *Foralites* et *Vermiculites*. Ces grès alternent vers leur base, avec des grauwackes micacées et des schistes rouge lie-de-vin ainsi que l'indique la coupe pl. VII, fig. A ; puis viennent à Sillé des schistes rouges percés par les beaux porphyres de cette localité.

2° Au-dessous de ces couches, se rencontre un système compliqué, présentant à sa base, un ou plusieurs bancs de poudingue, à pâte schisteuse, avec galets ou grains de quartz et de grauwacke ; et en dessus des schistes et grauwackes avec amandes ou bancs de calcaire plus ou moins magnésien et de dolomie.

3° Enfin, supportant toute la masse sédimentaire, apparaît un énorme dépôt de schiste et grauwacke avec filons de quartz, représentant les phyllades de Saint-Lô et les schistes de Rennes ; aux environs de Parennes, un banc de schiste de cet âge est exploité comme ardoise.

Aucune trace d'être organisé n'a encore été rencontrée dans le n° 3, mais au-dessus on a trouvé, indépendamment des formes citées plus haut, trois espèces de lingules, qui sont :

---

(1) Fossiles de l'étage du grès armoricain. *Bull. Soc. Géol.* 2e série, t. VII, page 727, 1850.

(2) Essai d'un catalogue raisonné des fossiles siluriens, etc. — Association française pour l'avancement des sciences, séance du 23 août 1865.

Lingula crumena, Phillips
— *Criei*, Davidson
— *Lesueuri*, Marie Rouault

Lingula crumena est la plus ancienne, elle commence à se montrer dans les grauwackes du système n° 2, elle y a été rencontrée dans une fouille actuellement comblée faite au moulin de Rance, commune d'Assé-le-Boisne près Fresnay : l'échantillon pl. VII, fig. 11 provient de cette localité.

On trouve la même espèce dans la carrière dont nous donnons la coupe (fig. A) et qui est ouverte dans les alternances de grès armoricain, de grauwacke et de schiste rouge ; les figures 9 et 10 représentent des individus de cette carrière.

La même lingule se rencontre avec tout son développement dans le grès armoricain type à Saint-Remy-de-Sillé et à Mont-Saint-Jean (fig. 4 à 8). Enfin le type anglais provient d'un horizon plus élevé ; cette espèce semble donc avoir une grande extension verticale.

Lingula Criei se trouve en compagnie de *L. crumena* dans la grauwacke de la carrière de Sillé ; elle est très abondante (fig. 1, 2, 2ª, 3).

Lingula Lesueuri (fig. 12) est très abondante à la partie supérieure du grès armoricain de Saint-Léonard-des-Bois, près de son contact avec les ardoises à *Calymene Aragoi* et *Tristani*.

Aucun exemplaire authentique de *Dinobolus Brimonti*, Rouault sp. et *Lingula Hawkei*, Rouault, espèces fréquentes dans certaines parties de la Bretagne et de la Normandie, n'a encore à notre connaissance été trouvé dans la Sarthe (1).

Note de Monsieur Davidson.

C'est à M. Marie Rouault de Rennes que nous devons la première connaissance du grès armoricain et des formes si remarquables de de Brachiopodes qu'il renferme (1850).

M. Rouault décrivit, mais sans figures, trois espèces, sous les noms de *Lingula Lesueuri, L. Hawkei, L. Brimonti;* mais le manque de figures et la brièveté des descriptions laissèrent pendant lontemps de l'incertitude relativement à une ou deux de ces espèces.

En 1880, à la demande de M. Lebesconte de Rennes, je publiai, dans le *Geological Magazine*, les descriptions et figures des espèces de M. Rouault d'après un grand nombre d'échantillons que M. Lebesconte avait recueillis en Bretagne.

---

(1) M. de Tromelin (Etude des terrains paléozoïques de la Basse-Normandie. — Association francaise pour l'avancement des sciences, Congrès du Havre, séance du 25 août 1877) signale cependant à Saint-Remy-de-Sillé , *Lingula subgranulata*, Trom. Lebesc. et *Dinobolus Brimonti*, Rouault, sp. ; nous n'avons rien vu de semblable.

Dernièrement, M. Guillier m'ayant envoyé les formes de Brachiopodes qu'il avait rencontrées dans ce même grès armoricain du département de la Sarthe, j'y ai reconnu *Lingula Lesueuri*, *Lingula crumena*, et une espèce nouvelle que je vais décrire sous le nom de *Lingula Criei*.

Nous connaissons donc maintenant, du grès armoricain de la France les espèces suivantes :

1. *Dinobolus Brimonti*. =*Lingula Brimonti*, Rouault.
2. *Lingula Lesueuri*, Rouault.
3. *Lingula Hawkei*, Rouault.
4. *Lingula crumena*, Phillips.
5. *Lingula Criei*, Davidson.
6. *Lingula? Salteri*, Davidson.

LINGULA CRIEI, nov. sp., Pl. VII, fig. 1-3.

Coquille allongée, presque quadrilatère ; les parties latérales du bord présentent deux lignes droites parallèles ; bord frontal antérieur presque droit, bord postérieur obtus, échancré au milieu ; surface des valves lisse ou marquée de lignes d'accroissement plus ou moins définies. Longueur 30 millim. ; largeur 16 millim.

La valve pédonculaire est très peu convexe ; son bord postérieur étant échancré, l'échancrure est partagée en deux portions par une petite arête de forme triangulaire, laissant de chaque côté une dépression ou petite cavité bien définie. A partir de la petite arête, la valve présente une légère convexité longitudinale qui s'étend un peu au delà du centre de la valve, les portions latérales de la coquille restant presque plates.

La valve opposée paraît avoir été un peu plus convexe que celle que nous venons de décrire. Cette échancrure du crochet pour le passage du pédoncule est très remarquable, je ne l'ai encore observée dans aucune des nombreuses espèces du genre que j'ai pu étudier. Dans l'intérieur de cette même valve il existe, sous le crochet, deux petites projections avec une échancrure entre elles, et les empreintes musculaires centrales sont bien définies, mais je n'ai pu retrouver, sur les moules intérieurs que m'a envoyé M. Guillier aucune autre empreinte.

Cette lingule diffère complètement par sa forme et son échancrure des autres espèces découvertes jusqu'à présent dans le grès armoricain, et je ne la connais que du département de la Sarthe, où elle paraît très abondante à l'état de moule intérieur et d'impressions ou moules de son extérieur, mais aucun échantillon n'a conservé le test. Elle a été rencontrée pour la première fois à Sillé-le-Guillaume par M. Crié à qui nous nous faisons le plaisir de la dédier. Avec elle se rencontre aussi la *Lingula crumena.*

LINGULA CRUMENA, Phillips. Pl. VII., fig. 4-11.

(*Lingula crumena,* Phillips. — Memoirs of the Geological Survey of Great Britain, vol. II. p. 369, pl. XXIV, 1858.)

Coquille de forme triangulaire allongée; bord frontal presque droit ou très légèrement convexe; parties latérales représentant deux lignes presque droites ou très légèrement courbées, et convergeant rapidement jusqu'au sommet du crochet qui se termine en une pointe effilée. Angles latéraux du front faiblement arrondis. Valve qui porte le pédoncule très légèrement convexe, aplatie longitudinalement. Valve opposée plus convexe. Surface des valves, lisse ou marquée de lignes d'accroissement.

Dans l'intérieur des valves on remarque seulement les empreintes musculaires centrales et quelquefois un petit méplat qui borde l'intérieur des valves.

Dimensions variables ; un grand individu a : longueur 43 millim., largeur 32 millim.

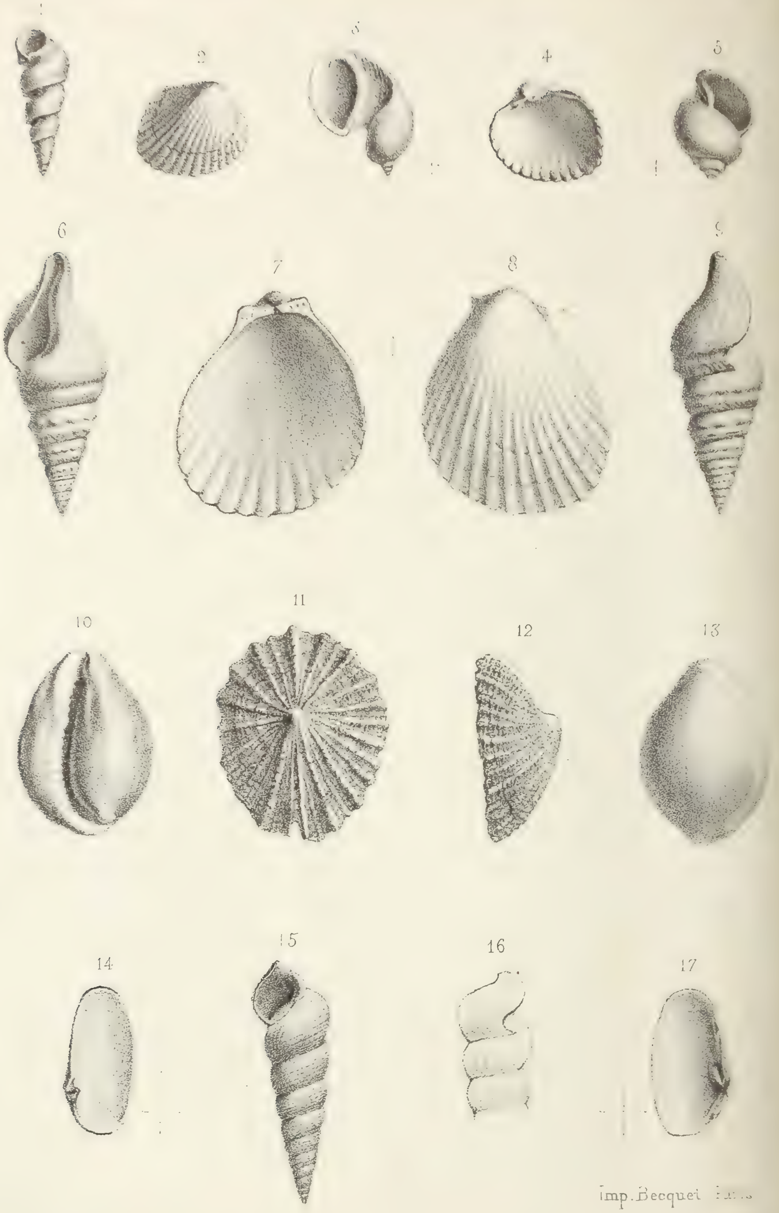
La forme triangulaire allongée de cette lingule est très remarquable et offre tant de ressemblance extérieure avec la *Lingula crumena* de Phillips et surtout avec la figure 2 de l'auteur anglais qu'elle semble identique. Elle varie peu, si ce n'est que quelques échantillons sont plus allongés que d'autres.

La *Lingula crumena* semble se distinguer de la *Lingula Hawkei,* dont elle est voisine, par ses parties latérales présentant des lignes très droites, au lieu d'être fortement courbées.

Dans le département de la Sarthe, la *Lingula crumena* est très abondante. En Angleterre, on en a trouvé un ou deux individus dans les cailloux roulés de Budleigh Salterton et que M. Etheridge a attribués à l'espèce de Phillips; mais le gîte de l'espèce de Phillips en Angleterre est plus haut que dans la Sarthe, elle s'y trouve dans les couches situées au-dessus du grès de Caradoc ou dans le *Lower Llandovery.*

Cette lingule de la Sarthe a aussi beaucoup la forme de la *Lingula cuneata* de Conrad (Hall, *Pal. New-York*, vol. II, pl. IV, fig. 2.) qui a été rencontrée dans le *Medina sandstone* ou grès de Orleans County et de Lockport.

[illegible]



Imp. Becquet Paris

1. Vermetus Suessoniensis, de Laub.
2 _ 4. Cardium triangulatum, de Laub.
3. Fossarus Fischeri, de Laub.
5. Spirialis Bernayi, de Laub.
6 _ 9. Pleurotoma Essomiensis, de Laub.

7 _ 8. Limea eocenica, de La
10 _ 13. Cypræa Dollfusi, de Lau
11 _ 12. Emarginula Carezi, de
14 _ 17. Corbulomya Bezanconi
15 _ 16. Turritella Eckiana, de Lau

LINGULA LESUEURI, Rouault. Pl. VII, fig. 12.

Cette remarquable espèce est maintenant bien connue, elle est très caractéristique de l'étage du grès armoricain; de petits individus se rencontrent fréquemment à Saint-Léonard-des-Bois.

LÉGENDE DE LA PLANCHE VII.

Fig. A. — *Coupe d'une carrière, route de Mayenne à* 1,500 *m. de Sillé-le-Guillaume.*

1. Schistes rouges lie-de-vin. — 2. Grès grossier à cassure irrégulière, avec *Dædalus*, $2^{m}50$. — 3. Schiste lie-de-vin avec corps cylindro-coniques indéterminés et *Scolithus*, $0^{m}40$. — 4. Petit banc de grès blanc, $0^{m}04$. — 5. Schiste lie-de-vin et schiste blanc, $0^{m}30$. — 6. Grès et schiste blanchâtre en petits bancs, 1^{m}. — 7. Grès blanc ou rosé micacé se divisant souvent en feuillets, 1^{m}. — 8. Grès blanc ou micacé en plaquettes, $1^{m}40$. — 9. Quartzite dur, blanc, $1^{m}40$. — 10. Schiste lie-de-vin, $0^{m}06$. — 11. Quartzite blanc, $0^{m}30$. — 12. Schiste bleuâtre ou lie-de-vin, $0^{m}08$. — 13. Quartzite dur rose, quatre bancs (de 0.20, 0.40, 0.90, 0.70), $2^{m}20$. — 14. Schiste et grès en plaquettes blancs ou rosés, $0^{m}40$. — 15. Quartzite rose, $0^{m}50$. — 16. Grauwacke micacée, de diverses couleurs, avec *Scolithus, Dædalus* et nombreuses *Lingula Criei* et *crumena*. — R. Remblais et éboulis.

Fig. 1-3. *Lingula Criei*, Davidson. — Sillé-le-Guillaume.
4. *Lingula crumena*, Phililips. — Saint-Remy-de-Sillé.
5-8. *id.* Mont-Saint-Jean (ferme des Brosses).
9-10. *id.* Sillé-le-Guillaume.
11. *id.* Assé-le-Boisne (Moulin-de-Rance).
12. *Lingula Lesueuri*, Rouault. — Saint-Léonard-des-Bois.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

Description **d'espèces nouvelles** *du* **bassin de Paris,**

Par M. **de Laubrière.**

Pl. VIII.

1. SPIRIALIS BERNAYI, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 5.)

Calcaire grossier supérieur. — Trie-Château (Oise.)

S. testa sinistrorsa, ovato-globosa, polita, nitida, tenui, fragili, stricte profundeque umbilicata; spira brevi, apice obtusiuscula; anfractibus quaternis, tertiis primis vix convexiusculis, ultimo ventricoso, maximo; apertura magna, ovata, antice dilatata, posterius angulata; columella in medio inflexa, basi contorta; labro externo acuto, antice prominente; peristomate discontinuo.

Petite coquille sénestre, globuleuse, sub-ovalaire, mince et fragile; sa spire, obtuse au sommet, est composée de quatre tours dont les trois premiers, médiocrement convexes, plus hauts que larges, sont réunis par une suture peu profonde; le dernier tour est très grand, ventru, et forme les trois quarts de la coquille; la surface est lisse et brillante; l'ouverture est grande, oblique, sub-ovale, largement canaliculée en avant, anguleuse en arrière, ses bords sont discontinus. Le bord columellaire très mince et en partie appliqué, se relève obliquement vers la base de la coquille; la lèvre extérieure est mince et tranchante, son profil est sinueux et sa partie antérieure proéminente; la columelle, concave en son milieu, présente au sommet un renflement pliciforme derrière lequel se trouve l'entrée d'un ombilic étroit et profond.

Cette espèce très rare a 3 millimètres de hauteur et 1 mill. 1/2 de diamètre.

2. PLEUROTOMA ESSOMIENSIS, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 6, 9.)

Calcaire grossier inférieur. — Essômes (Aisne).

P. testa elongata, fusiformi, ventricosa, striis tenuibus transversis decussata; spira elongata, apice acuta; anfractibus duodecimis, angustiusculis, in tres partibus divisis, primis planis et angulo obtuso junctis, tertia parte dentibus obliquis, obsoletis, carinata; ultimo anfractu spira minore, canali breve terminato, antice striis crassioribus ornato; apertura angusta, ovato-oblonga; columella in medio planulata, arcuata, basi callosa; labro tenui, acuto, arcuatim producto, superne sinu lato profundoque soluto.

Coquille allongée, fusiforme, assez ventrue, dont la surface, est entièrement couverte de stries transversales obsolètes et subégales entre elles. La spire, plus longue que le dernier tour et très pointue à son extrémité, est formée de douze tours étroits dont la croissance est très lente. Ces tours peuvent être considérés comme composés de trois parties de largeur à peu près égale, dont la première, formant une rampe oblique au-dessous de la suture, se joint à la seconde par un angle assez prononcé; la troisième partie est nettement limitée par une crête ou carène produite par des dents obsolètes et obliques comprimées horizontalement à leur sommet. La longueur du dernier tour est des deux cinquièmes de la spire; les stries qui le couvrent à la base, sont plus accusées que les autres et sont rendues granuleuses par la rencontre de nombreuses traces d'accroissement. L'ouverture est ovale-oblongue, assez étroite; la columelle légèrement aplatie et concave en son milieu, devient cylindroïde et s'infléchit légèrement à son extrémité; le canal de la base est court, profond, assez étroit et tordu dans sa longueur; le bord droit est mince et tranchant; il se détache de la spire par une échancrure large et profonde.

Les dimensions de cette coquille fort rare sont : 36 mill. de longueur et 14 mill. de largeur.

3. Cypræa Dollfusi, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 10, 13.)

Calcaire grossier. — Montjavoult (Oise).

C. testa crassa, solida, ovato-globosa, subtus planiuscula, superne lævigata, inferne nitidula, sulcis obsoletis transversim ornata; apertura angusta, posterius incurva antice canaliculo angusto recte terminata; labro incrassato, explanato, subtuberculoso, extus largiter marginato, intus inæqualiter dentato; columella in medio obsolete plicata, antice vero uniplicata.

Coquille épaisse, solide, ovalo-globuleuse, presque sphérique. Sa surface inférieure légèrement aplatie dans son ensemble, est inégalement partagée par une ouverture étroite, presque droite en avant, où elle s'élargit un peu, au moment de se terminer par un canal court, étroit et obtus; elle est recourbée et légèrement retrécie en arrière. Le bord droit est large, épais, subtuberculeux, légèrement déprimé en dessous et très dilaté en dehors; il est garni de plis assez gros, inégaux entre eux, et se prolonge en arrière où il se termine par un empâtement tuberculiforme qui, contournant l'échancrure postérieure, revient s'étaler largement et se fondre sur le bord columellaire. La columelle forme un plan déclive sur lequel apparaissent vers le milieu de l'ouverture, de petits plis inégaux, comme noyés dans l'enduit vernissé qui couvre tout le dessous de la coquille; en se rapprochant de la partie antérieure, ces plis se transforment en une simple arête terminée par un gros pli oblique dont la saillie extérieure limite le canal antérieur. La surface de cette coquille est unie en dessus, où l'on ne voit que des traces d'accroissement; au-dessous, au contraire, et sous la couche vernissée, l'on aperçoit facilement des stries horizontales, obsolètes et régulièrement espacées.

Les dimensions de cette très rare espèce sont : 25 mill. de longueur et 18 mill. de diamètre.

4. Turritella Eckiana, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 15, 16.)

Calcaire grossier inférieur. — Essômes (Aisne).

T. testa elongato-turbinata, solida, apice subulata, basi angusta, anfractibus tredecim ad quindecim, angustis, convexis, sutura subcanaliculata conjunctis, irregulariter striatis, striis numerosis, filiformibus; ultimo anfractu basi convexo, lævigato; apertura modica, obliqua, ovata, antice posticeque profunde sinuosa; labro tenui producto; columella convexiuscula, acute extus marginata.

Cette espèce assez épaisse et solide, est turbinée, irrégulièrement conique, médiocrement développée à la base, subulée au sommet; ses tours au nombre de 13 à 15, sont étroits, convexes et réunis par une suture peu profonde accompagnée inférieurement d'une petite zone unie; leur surface est couverte de nombreuses petites côtes transverses, filiformes, d'inégale grosseur, dont les plus accusées se trouvent sur le milieu des tours. La base du dernier tour est convexe et lisse. L'ouverture obliquement ovalaire, est de moyenne grandeur; la columelle est épaisse, arrondie en dedans, anguleuse en dehors; l'échancrure antérieure est large, ainsi que le sinus latéral; le bord droit est mince, tranchant et se projette en avant.

Les plus grands individus ont 32 millimètres de longueur et 6 ou 7 mill. de diamètre à la base.

5. VERMETUS SUESSONIENSIS, de Laubrière. (Pl. VIII, fig 1.)

Sables du Soissonnais supérieurs aux lignites. — Liancourt Saint Pierre inférieur (Oise).

V. testa crassa, solida, elongato-conica, apice acuta; anfractibus decimis planis, lœvigatis, sutura simplici primo conjunctis, gradatim deinde disjunctis et in medio concaviusculis; apertura subcirculari, posterius angulo terminata; labro acuto.

Coquille épaisse solide, conoïde et turriculée; sa spire très pointue au sommet se compose de dix tours, dont les cinq premiers sont unis par une suture superficielle; les tours suivants se disjoignent de plus en plus à mesure qu'ils s'accroissent; ils sont anguleux et tranchants au sommet, arrondis et brusquement déclives à la base; leur surface extérieure, dénuée de tout ornement, est légèrement déprimée à sa partie supérieure. L'ouverture est subcirculaire, plus ou moins oblique et présente en arrière un angle étroit, assez profond, en forme de gouttière; ses bords sont tranchants.

Ce vermet se rencontre assez fréquemment dans la localité où nous l'avons découvert, mais il est rare de le trouver entier à l'état adulte. Les plus grands exemplaires ont vingt millimètres de longueur et six millimètres de diamètre.

6. FOSSARUS FISCHERI, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 3.)

Sables du Soissonnais supérieurs aux lignites. — Liancourt-Saint-Pierre (Oise).

F. testa minima, solidula, turbinata; spira brevissima apice acuta; anfractibus sextis; quartis primis angustis, convexis, lævigatis, turriculatis; penultimo subito crescente, antice angulato; ultimo maximo, disjuncto, extus projecto, longitudinaliter striato, obsolete transversim clathrato, subtus late profundeque umbilicato; pariete umbilici longitudinaliter striato, ambitu angulato. Apertura obliquata, magna, ovata, antice largiter canaliculata, postice angulata; marginibus acutis nec non orbiter expansis.

Singulière petite coquille turbinée, mince bien qu'assez solide, composée de six tours, dont les quatre premiers, convexes, lisses et brillants, forment une spire régulièrement conique, très pointue au sommet; les deux derniers tours prennent subitement un développement extrême ; ils sont légèrement renflés en arrière et se terminent en avant par une arête tranchante ; le dernier tour se disjoint complètement et se projette fortement en dehors de l'axe longitudinal ; ces deux tours qui forment presque toute la coquille, sont revêtus d'un élégant réseau formé par des stries longitudinales minces, serrées et assez régulières, entre lesquelles apparaissent sous un grossissement suffisant, des stries horizontales très fines, granuleuses et régulières. Le dessous du dernier tour forme la limite d'un ombilic très large, infundibuliforme, dont l'intérieur est finement plissé dans sa hauteur. L'ouverture rendue très oblique par la projection de sa partie antérieure, est grande, ovalaire, largement canaliculée en avant, anguleuse en arrière ; les bords en sont tranchants et évasés.

Les dimensions de cette très rare petite coquille sont : deux millimètres de hauteur et deux millimètres dans son plus grand diamètre.

7. Emarginula Carezi, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 11-12.)

Sables marins inférieurs aux lignites. — Châlons-sur Vesle (Marne).

E. testa ovata, antice convexa, postice depressa; apice obtusiusculo, subcentrali, ad marginem posticam inflexo; longitudinaliter crassi-costata, lamellis transversalibus clathrata; costellis proeminentibus tredecim, minoribus autem tres interpositis; marginibus regulariter crenulatis; fissura lata profundaque; linea dorsali canaliculata, transversis squamulis ornata.

Cette belle espèce, la plus grande du bassin de Paris, est ovale, oblongue, plus étroite en avant qu'en arrière ; en dessus elle est convexe, mais sa convexité est beaucoup plus prononcée en avant où elle croît régulièrement du bord au sommet, qu'en arrière où elle se déprime en s'élargissant vers les bords. Le sommet régulièrement obtus, est subcentral et s'incline en arrière ; il en descend en rayonnant 13 côtes principales dont les intervalles sont remplis par autant de côtes un peu moins saillantes, lesquelles sont elles-mêmes accompagnées à droite et à gauche par deux autres côtes plus ou moins rudimentaires. Des lamelles de plus en plus écailleuses à mesure qu'elles s'éloignent du sommet, viennent couper à angle droit les côtes rayonnantes qu'elles rendent rugueuses en les surmontant. La fissure antérieure est large et profonde ; la rigole qu'elle termine est remplie par les accroissements successifs dont les traces sont indiquées par de petites écailles courbées et subimbriquées. Le renflement extérieur des côtes principales produit à l'intérieur de la coquille des cannelures diversement espacées qui déterminent sur ses bords, restés tranchants, une série de crénelures assez prononcées.

Les dimensions de cette espèce très rare sont : 30 millimètres de longueur, 23 mill. dans sa plus grande largeur, et 9 mill. de hauteur.

8. CORBULOMYA BEZANÇONI, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 14, 17.)

Calcaire grossier inférieur. — Essômes (Aisne).

C. testa solida, subdepressa, lœvigata, ovato-transversa, inœquilaterali, inœquivalvi, antice multo longiore, attenuata, postice latiore, truncata. Umbonibus acutis, vix prominentibus; dente cardinali in valva dextra magno, acuto, oblique porrecto, adjecta fossula angusta, margine superiore crasso, longitudinaliter sulcato; in valva sinistra, dente antico minimo, postico recto, irregulariter bilobato, fossula triangulari, profunda.

Cette coquille est assez épaisse, oblongue-transverse, inéquilatérale, inéquivalve, comprimée latéralement et subtronquée en arrière. Sa surface extérieure est lisse, à peine striée par quelques accroissements. Le côté antérieur est des deux tiers de la longueur totale, il s'atténue légèrement en un angle arrondi; le côté postérieur plus large et subtriangulaire, présente une troncature oblique assez prononcée surtout sur la valve droite; le bord inférieur est presque droit. Les crochets sont pointus et peu proéminents. Sur la valve droite, la dent cardinale est grosse, oblique, très pointue au sommet, la fossette du ligament est étroite et profonde, les deux portions du bord dorsal sont épaisses et divisées dans leur longueur par un sillon longitudinal. Sur la valve gauche, la dent antérieure est petite, mais aigüe; la postérieure, saillante perpendiculairement, est mince et inégalement bilobée; la fossette qui sépare ces deux dents est triangulaire et profonde. L'impression musculaire antérieure, assez grande et profonde, est placée près du bord et descend obliquement en avant, la postérieure est subcirculaire et très superficielle. L'impression palléale forme en arrière un sinus très peu prononcé.

Cette coquille a dans les plus grands individus 10 millimètres de longueur et 6 mill. de largeur.

9. CARDIUM TRIANGULATUM, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 2, 4.)

Calcaire grossier inférieur. — Essômes (Aisne).

C. testa crassula, inflata, obliqua, inœquilaterali, transversè subtrigona, anticè posticeque subangulata, oblique truncata, radiatim costellata; costulis duo et viginti, convexiusculis, transversim substriatis, tuberculis minimis rotundisque asperulis; interstitiis angustis multipunctatis; umbonibus tumidulis, parum obliquis; lunula obscura, ovato-lanceolata; margine cardinali angusto, arcuato, unidentato; dentibus lateralibus majoribus, cardine approximatis.

Cette coquille est assez épaisse, très globuleuse, oblique, inéquilatérale, un peu plus large que haute, subtrigone dans le sens de sa largeur; son côté antérieur est beaucoup plus court que le postérieur; il est subanguleux supérieurement en avant, rapidement déclive en gagnant le bord inférieur ; celui-ci peu courbé dans sa longueur, se joint au bord postérieur par un angle assez aigu ; le côté postérieur est séparé extérieurement par un angle très prononcé partant du crochet; il se termine en une large troncature dont l'extrémité s'unissant au bord supérieur fortement relevé de ce côté, dessine avec lui un angle obtus qui achève de donner à la coquille sa forme triangulaire tout à fait inusitée. Les crochets sont grands, proéminents; ils s'opposent l'un à l'autre et s'inclinent légèrement au-dessus d'un espace lunulaire ovalo-lancéolé, lisse, mais assez mal déterminé. La surface extérieure est couverte de 22 côtes rayonnantes, larges, séparées par des intervalles étroits finement ponctués dans le fond; ces côtes presque toujours usées en dessus, paraissent en partie aplaties, mais dans les exemplaires mieux conservés l'on reconnaît qu'elles sont toutes convexes, presque anguleuses; elles sont très régulièrement striées sur les côtés ; de petits turbercules arrondis, peu rapprochés et fort caducs, en ornent le sommet et persistent presque toujours malgré l'usure, sur la partie antérieure de la coquille. Le bord cardinal est court, étroit, très oblique et courbé dans sa longueur, il porte au centre une seule dent cardinale sur chaque valve ; les dents latérales sont assez fortes et très rapprochées de la charnière; l'antérieure est la plus développée, surtout sur la valve gauche ; les bords sont largement crénelés sur toute la circonférence.

Cette espèce est fort rare; les plus grands exemplaires ont 15 millimètres de largeur et 14 millimètres de hauteur.

10. Limea eocenica, de Laubrière. (Pl. VIII, fig. 7-8.)

Calcaire grossier inférieur. — Essômes (Aisne).

L. testa minima, solidula, ovato-oblonga, obliqua, convexa, clausa, antice attenuata, umbonibus acutis terminata, longitudinaliter costata; costis crassiusculis, squamulosis, octo-decem ad viginti; interstitiis angustis; cardine transversali, angusto, sub-obliquo; fossula cardinali minuta, paucis parvulisque dentibus serialibus utroque latere adjunctis. Margine inferiore crenato.

Petite coquille assez épaisse et solide, ovale-oblongue, oblique, subglobuleuse, non baillante ; elle est largement arrondie inférieurement, atténuée à son extrémité supérieure et terminée par un crochet pointu et proéminent. Le bord cardinal est étroit et légèrement oblique ; il est partagé à peu près également par une petite fossette de chaque côté de laquelle se voient les dents sériales caractéristiques du genre. Malgré que notre exemplaire soit un peu fruste, l'on peut compter quatre de ces dents sur le côté dorsal et deux ou trois sur le côté opposé. La surface extérieure, régulièrement convexe, est ornée de dix-huit à vingt côtes assez épaisses, rendues glabres et légèrement aplaties par l'usure, mais sur lesquelles il est facile de reconnaître la trace des écailles dont elles étaient revêtues ; ces côtes, séparées par des interstices moins larges qu'elles, s'atténuent progressivement et disparaissent complètement sur le crochet ; elles se répètent nettement à l'intérieur de la coquille et leur extrémité rend son bord inférieur largement et régulièrement crénelé.

Les dimensions de cette rare et curieuse petite coquille sont 3 millimètres de longueur et 2 mill. 1/2 de diamètre.

Séance du 9 *Mai* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société :

M. JOSEPH RÉVIL, pharmacien à Chambéry, présenté par MM. Pillet et Hollande.

Il annonce ensuite une présentation.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante de M. **Villot** :

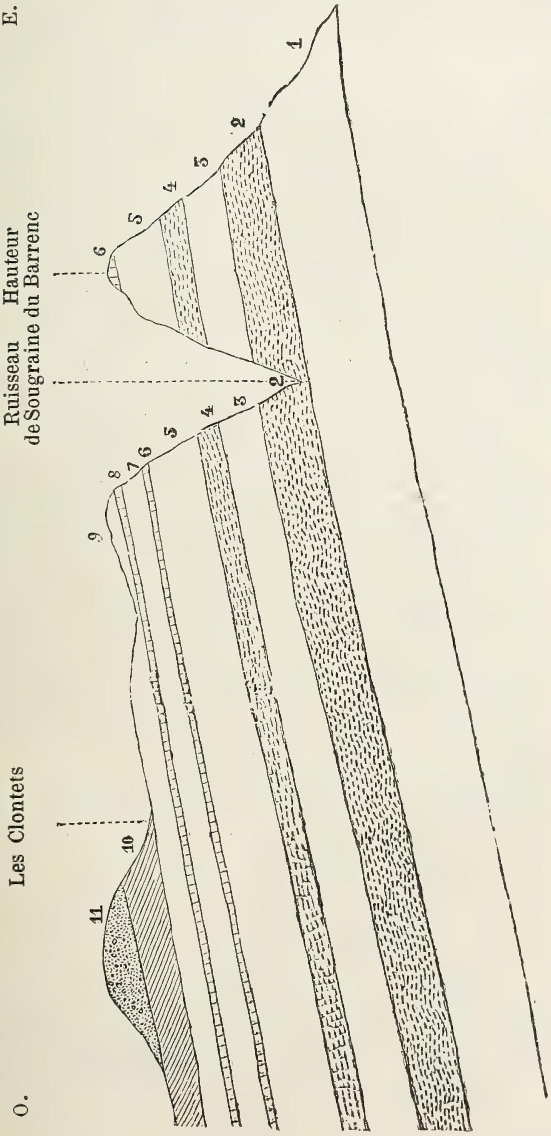
« Je viens de lire dans le *Bulletin de la Société Géologique* une note de M. Lory sur un gisement de poissons fossiles dans l'Aptien.

« Ces gisements sont assez rares, et à ce titre voulez-vous me permettre d'indiquer qu'il y a 21 ans, en 1860, j'en ai découvert un dans le département de Vaucluse. Le point précis est dans la vallée de la Doua, dans les escarpements qui sont, sur la rive gauche de cette rivière juste en face de l'ancienne usine dite du Bas, et presque directement au-dessous du point où l'on exploite aujourd'hui dans le Gault des nodules de chaux phosphatée. J'ai rencontré de nombreuses petites dents et autant qu'il m'en souvient 2 ou 3 fragments de mâchoires armées de leurs dents. J'ai remis le tout à M. Dupont, aujourd'hui Inspecteur général des mines et qui à cette époque était directeur de l'École des Maîtres-Mineurs d'Alais. Il est possible que ces objets se retrouvent à l'École. En tous cas, je crois de mon devoir de signaler le point où je les ai trouvés et recueillis moi-même. »

M. Munier-Chalmas communique la note suivante :

Note sur la **Craie supérieure** *des environs de* **Sougraigne** **(Aude)**, par M. **Toucas**.

Dans ma dernière course aux Corbières, j'ai découvert dans les environs de Sougraigne, une série de couches très fossilifères, qui


E.
O.
Ruisseau de Sougraine
Hauteur du Barrenc
Les Clontets
1
2
3
4
5
6
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Coupe des hauteurs situées au Nord de Sougraigne.

m'ont permis de fixer d'une manière positive l'âge des calcaires à *Hippurites bioculata.* Jusqu'à présent j'avais cru, comme d'ailleurs tous les géologues qui se sont occupés des Corbières, que les marnes bleues du moulin Tiffou et du ruisseau de Sougraigne étaient toujours supérieures aux calcaires à *Hippurites bioculata.* La faune essentiellement sénonienne de ces marnes n'était même pas discutée ; d'ailleurs la position qu'on leur assignait au-dessus de ces calcaires à Rudistes suffisait pour les paralléliser avec les calcaires marneux à *Ostrea Matheroni* du Castellet et du Moutin, près du Beausset.

1.	Grès et calcaire marneux à Echinides et *Ammonites Texanus,* Rœm., reposant à l'Est des Clamens sur les calcaires à *Cyphosoma Archiaci* du Mont-Ferrand qui en se relevant fortement en cercle vers l'Est, limitent d'un côté les assises sénoniennes de Sougraigne, pour laisser apparaître de l'autre les assises angoumiennes, au milieu desquelles se trouve le premier et principal niveau des calcaires à *Hippurites organisans* et *H. cornuvaccinum,* qu'il faut bien se garder de confondre avec les bancs supérieurs à Hippurites, connus sous le nom de calcaires à *Hippurites bioculata*	50 m.
2.	Marnes bleues et calcaire marneux bleuâtre à *Inoceramus digitatus* et *Mic. turonensis,* Bayle.	40 m.
3.	Grès assez compacts, formant la base du système de Sougraigne et renfermant déjà deux bancs de Rudistes et de Polypiers.	25 m.
4.	Marnes bleues au Nord de Sougraigne très fossilifères, contenant toute la faune sénonienne des marnes bleues du Moulin Tiffou, assises reconnues comme sénoniennes par tous les géologues	8 m.
5.	Grès marneux de Sougraigne également très fossilifères, renfermant presque toute la faune des marnes bleues inférieures avec quelques ammonites de la zone à *Inoceramus digitatus*	50 m.
6.	Calcaires marneux à *Hippurites bioculata, Hippurites dilatata*	3 m.
7.	Grès marneux semblables au nº 5, moins fossilifères, renfermant une ammonite voisine par ses deux rangées de tubercules de l'*Amm. polyopsis,* mais ayant le dos carré (probablement l'*Amm. Ribourianus,* d'Orb.)	10 m.
8.	Calcaire marneux à *Hippurites bioculata, Hipp. dilatata*	4 m.
9.	Grès marneux avec quelques lits de Rudistes, semblables aux nºs 5 et 7	15 m.
10.	Marnes bleues semblables au nº 4, moins fossilifères	10 m.
11.	Sables et grès connus sous le nom de grès d'Alet.	

Or dans la coupe que j'ai l'honneur de présenter à la Société, on voit que ces marnes bleues constituent au Nord-Ouest de Sougraigne la base et la partie supérieure d'une formation gréseuse, désignée dans mon mémoire sous le nom de grès marneux de Sougraigne, et que les calcaires à *Hippurites bioculata* sont intercalés au milieu même de cette formation.

En 1879, j'avais bien aperçu dans les ravins et même au milieu des grès marneux un assez grand nombre de débris de Rudistes, *Hippurites bioculata* particulièrement ; mais n'ayant pas vu en place les bancs qui les renfermaient, j'avais cru que c'était là tout simplement l'effet d'une dénudation d'une partie des bancs à hippurites de la montagne des Cornes. Mais en parcourant, ces jours-ci, les grès marneux de Sougraigne, j'ai été surpris de trouver en place au milieu de ces grès, les bancs à *Hippurites bioculata*, qui constituent dans toutes les Corbières mon niveau supérieur à hippurites.

La place qu'occupent là ces bancs d'*Hippurites bioculata* au milieu des grès marneux de Sougraigne est une preuve évidente que j'avais raison de vouloir classer ces dépôts de Rudistes dans le Sénonien, et comme toutes ces couches sont intimement liées entre elles par leurs faunes, il faut bien les comprendre toutes dans le même étage, à moins de ne vouloir faire commencer le Sénonien des Corbières qu'avec les grès d'Alet, que d'Archiac considérait comme déjà tertiaires.

D'ailleurs voici la composition de la faune de ces grès marneux, qui est la même depuis la base jusqu'à la partie supérieure de la formation. Les marnes bleues inférieures sont avec les grès marneux qui leur succèdent les parties les plus fossilifères :

Ammonites Ribourianus, d'Orb.
Hamites plicatilis, Sow.
Turritella multilineata, Müller.
T. difficilis, d'Orb.
T. rigida, Sow.
Rostellaria lœviuscula, Sow.
R. granulata, Sow.
R. Buchii, Munst. sp.
R. passer, Zekeli.
R. gibbosa, Zekeli.
R. costata, Sow.
Fusus cingulatus, Sow.
Cerithium hispidum, Zekeli.
C. sejunctum, Zekeli.
C. reticosum, Sow.
C. pustulosum, Sow.
Dentalium alternans, Müller.
Crassatella regularis, d'Orb.
Natica lyrata, Sow.
N. Matheroni, d'Orb.
N. bulbiformis, Sow.
Delphinula radiata, Zekeli.
Rostellaria pyrenaïca, d'Orb.
Corbula striatula, Gold.
Astarte similis, Munst.
Tellina Venei, d'Arch.
Venus subplana, d'Orb.
Cardium coniacum, d'Orb.
Pholadomya Royana, d'Orb.
Lima ovata, Rœmer.
Janira quadricostata, Sow.
Janira Truellei, d'Orb.
Ostrea proboscidea, d'Arch.
O. vesicularis, Lam.
Cyclolites discoidea, Blainv.
Et une grande quantité de *Trochosmilia.*

Toutes ces espèces se retrouvent soit en Westphalie, soit dans 'Ouest, ou en Provence, et surtout dans les environs de Salzbourg. 'est en effet dans la formation de Gosau qu'on rencontre le plus 'espèces communes. Partout ces fossiles sont considérés comme sénoniens, même à Gosau, où l'autorité de M. Zittel ne peut être contestée.

Cette coupe des environs de Sougraigne montre encore une nouvelle assise comprise entre les grès marneux de Sougraigne et les calcaires à Echinides. Cette assise, formée généralement par des calcaires marneux plus ou moins bleuâtres, est caractérisée comme au Beausset par l'*Inoceramus digitatus*, Sow. et par les *Ammonites subtricarinatus*, d'Orb., *Am. Texanus*, Rœm. etc... ; elle renferme en outre :

Ostrea santonensis, d'Orb.
Pecten Nillsoni, Goldf.
Micraster turonensis, Bayle.
M. cortestudinarium, Ag.
Inoceramus Cripsi, Munst.
Spondylus spinosus, Sow.
Trochus althi, Ernest Favre.
Ammonites Pailleteanus, d'Orb.
Amm. serrato-marginatus, Redt.
Amm. Gollevillensis, d'Orb.

et plusieurs autres espèces dont je ne puis pas encore fixer les noms d'une manière bien positive.

Mais les fossiles, que je viens de citer, suffisent d'ailleurs pour faire reconnaître dans cette assise la zone à *Inoceramus digitatus*, ou Emscher-Mergel de M. Schlüter, et la Craie de Lezennes de M. Barrois.

Cette découverte de la zone à *Inoceramus digitatus* dans les Corbières, au même niveau qu'elle occupe dans la Provence, est un fait nouveau qui a également son importance, en ce sens qu'il facilitera encore mieux les comparaisons entre la Craie du Nord et la Craie du Midi.

M. G. Rolland rend compte de ses observations sur les **grandes dunes de sables du Sahara.**

Il confirme l'opinion de Vatonne, que les dunes sont de formation contemporaine, et que leurs éléments proviennent de la désagrégation des roches sous les influences atmosphériques. L'immense surface des grès quaternaires et des alluvions sableuses du Sahara se réduit incessamment en poudre quartzeuse. Faute d'humidité et de végétation, rien ne fixe les matières, qui sont triées et classées par le vent, lequel charrie les petits grains de quartz à la surface, et, en certains points déterminés, les amoncelle en dunes.

M. Rolland démontre que l'amoncellement des sables est dû, dans les déserts de l'Afrique comme sur certains rivages de l'Europe, entièrement au vent, dont le rôle prédominant, signalé par M. Marès et M. Duveyrier, a été contesté par la plupart des géologues s'étant occupés du Sahara. Pour apprécier l'importance du transport par le vent, il faut aller là où les roches, d'après leur composition, ne peuvent en se désagrégeant donner lieu à des sables siliceux, et où ces sables, quand il y en a, sont dus forcément à un apport. Tel est le cas de la bande crétacée située au milieu du Sahara algérien : elle comprend exclusivement des calcaires et des marnes. Or, M. Rolland y a rencontré des dunes d'une centaine de mètres, hauteur comparable à celle des plus grands massifs de sable. Ces dunes recouvrent un plateau calcaire ; il ne saurait être question ici de désagrégation sur place des couches supérieures, qui formeraient un noyau central ; l'étage superposé est lui-même calcaire et marneux.

M. Rolland montre ensuite que les chaînes de dunes que l'on rencontre sur le Crétacé sont distinctes, et nettement limitées aux accidents topographiques, dont elles épousent les directions et dont dépend même leur orographie. Il semble que le relief du sol intervienne également dans la répartition des sables à la surface du Quaternaire

La masse des grandes dunes est à peu près immobile. Le vent change avec les saisons et n'a que le temps d'orienter les dunes élémentaires. La configuratiou superficielle subit des oscillations périodiques, mais l'emplacement des massifs et l'orographie des chaînes ne varient guère. Cette fixité des grandes dunes n'exclut pas la circulation des sables à leur surface et n'est elle-même pas absolue. Les grandes dunes marchent, mais très lentement, vers le sud-est ; de plus, la désagrégation suivant son cours, la somme des sables augmente ; marche et augmentation presque insensibles dans la durée d'une génération.

M. de Raincourt fait la communication suivante

Sur le **terrain Éocène** *du* **bassin de Paris,**

Par M. de **Raincourt.**

Depuis quelques années j'ai eu l'occasion d'étudier les fossiles du gisement d'Hérouval : cette faune offre un grand intérêt par la relation qu'elle établit entre la partie supérieure des sables inférieurs et les calcaires grossiers.

Dans un petit bois qui se trouve entre le village de Vaudancourt et le hameau d'Hérouval, à cinq kilomètres au sud de Gisors, on rencontre ce gisement.

L'abondance des néritines, des arches et d'un grand nombre d'autres espèces caractéristiques des sables inférieurs ne laisse aucun doute sur l'étage en présence duquel on se trouve ; mais à ces coquilles est associé un assez grand nombre d'espèces appartenant au calcaire grossier. On ne peut pas douter que ce gisement ne soit postérieur aux dépôts les plus récents qu'on avait observés jusqu'ici dans les sables inférieurs, puisqu'il renferme un certain nombre d'espèces dont on n'avait point constaté l'apparition avant les calcaires grossiers.

Graves, dans son *Essai sur la topographie géognostique du départemnet de l'Oise*, n'a dit que quelques mots sur Hérouval, sans parler de ce gisement qui n'était point connu à l'époque où il a fait paraître son travail.

Lorsque Deshayes publiait son supplément à la description des animaux sans vertèbres du bassin de Paris, il citait 34 espèces communes aux sables inférieurs et au calcaire grossier : j'ai déjà réuni dans ma collection 155 espèces communes à ces deux étages et Hérouval m'en a fourni la majeure partie, que j'évalue à plus de cent. J'en citerai un certain nombre.

Liste des principales espèces recueillies à Hérouval.

Neæra cochlearella, Desh.
Poromya faba, Desh.
Tellina erycinoides, Desh.
T. exclusa, Desh.
Cytherea parisiensis, Dixon.
C. sulcata, Desh.
Cyrena trigonata, Desh.
Cardium obliquum, Lamk.
Lucina Barbieri, Desh.
L. gibbosula, Lamk.
Erycina latens, Desh.
E. nitida, Caillat.
E. Recluzii, Desh.
Arca minuata, Desh.
Mytilus depressus, Desh.
Vulsella angusta, Desh.
Emarginula clypeata, Lamk.
Pileopsis patulus, Desh.
Hipponyx opercularis, Desh.
Scalaria minutissima, Desh.
S. turritellata, Defr.
Crassatella lævigata, Lamk.
C. trigonata, Lamk.
Cardita acuticostata, Lamk.
C. calcitrapoides, Lamk.
C. crenularis, Desh.
Trigonocœlia deltoidea, Lamk.
Limopsis nanus, Desh.
Arca angusta, Lamk.
A. biangula, Lamk.
A. condita, Desh.
A. interposita, Desh.
A. lævigata, Caillat.
A. lamellosa, Desh.
Bulla redacta, Desh.
B. striatella, Desh.
Solarium patulum, Lamk.
Phasianella naticoides, Desh.
Ph. parisiensis, d'Orb.
Delphinula cornupastoris, Desh.
D. callifera, Desh.
D. striata, Lamk.

S. Munieri, Rainc.
Lacuna marginata, Desh.
L. solidula, Desh.
Lacunella depressa, Desh.
Rissoa nana, Lamk.
R. undulata, Desh.
R. turbinopsis, Desh.
Adeorbis bicarinata, Desh.
Bithinia microstoma, Desh.
Eulima parisiensis, Desh.
E. subnitida, Desh.
E. turgidula, Desh.
Turbonilla angusta, Desh.
Nerita mammaria, Lamk.
Pileolus neritoides, Desh.
Cerithium acus, Desh.
C. diastoma, Desh.
C. dulce, Desh.
C. perelegans, Desh.
C. triliratum, Desh.
Pleurotoma angusta, Desh.
P. citharella, Desh.
P. granulata, Desh.
Terebra plicatula, Lamk.
Marginella ovulata, Lamk.
Belosepia Cuvieri, Desh.

On ne peut méconnaître le mélange qui existe à Hérouval entre les espèces des sables inférieurs et celles des calcaires grossiers.

Un de nos collègues a récemment découvert un gisement appartenant incontestablement aux sables inférieurs, dans lequel il a rencontré quelques espèces de la craie qui sont d'une telle conservation qu'elles n'ont certainement pas été arrachées à des dépôts préexistants. J'espère qu'il donnera connaissance à la Société géologique de cette intéressante découverte. Si, en présence des ces faits on considère le petit nombre et le peu d'étendue des points de la surface de la terre qui, jusqu'ici, ont été explorés, ne pourrait-on pas penser que de nouvelles découvertes venant montrer d'autres passages entre des étages voisins, feront admettre que les espèces n'ont pas été créées et détruites ensemble, à ce qu'on appelle chaque formation; mais qu'elles ont apparu et se sont éteintes successivement.

Je signalerai à l'attention de ceux de nos collègues qui s'occupent de paléontologie deux gisements intéressants et peu connus : l'un appartient aux calcaires grossiers et l'autre aux sables moyens.

Le premier est à Boisgeloup à un kilomètre et demi au sud de Gisors : il est remarquable par quelques grandes espèces fort rares. La belle *Rostellaria Baylei,* très rare ailleurs, y est abondante : on y rencontre aussi, le *Fusus maximus* et l'*Ovula gisortiana*, cette belle espèce qui atteint de si grandes dimensions : l'exemplaire qui est au Muséum et dont quelques-uns d'entre nous possèdent des moulages, ne mesure pas moins de 26 centimètres de longueur. Plusieurs exemplaires de ce magnifique fossile ont été trouvés à Boisgeloup.

Le gisement des sables moyens est celui de Marines à la station de ce nom sur la ligne de Paris à Gisors : il est remarquable par le grand nombre de perforateurs qu'on y trouve et par les jolies petites espèces qu'il renferme.

Séance du 23 *Mai* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Bertrand, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société.

M. Daléas, ingénieur à Paris, présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

Il annonce ensuite une présentation.

M. **Delaire** donne communication d'une lettre de M. **Capellini.** La deuxième session du Congrès géologique international s'ouvrira à Bologne le 26 septembre prochain, et comprendra diverses excursions à Imola, Poretta, Carrare, Pise, Florence. Les rapports des Commissions internationales nommées en 1878, pour préparer l'unification de la nomenclature géologique et des signes conventionnels usités pour les cartes, sont à l'impression et seront très prochainement envoyés à tous les souscripteurs du Congrès de Bologne. La cotisation est de 12 fr. ; elle peut être adressée au Trésorier de la Société géologique de France.

Sur la position du **Calcaire** *de* **Montabuzard,**

Par M. **H. Douvillé.**

Si on traverse les plateaux calcaires de la Beauce en se dirigeant vers le sud, on voit un peu au N. d'Orléans les calcaires recouverts en plusieurs points par des dépôts sableux, qui depuis longtemps ont été distingués sous le nom de *Sables de l'Orléanais.* On avait admis à l'origine que la constitution géologique de l'Orléanais ne comprenait que ces deux termes superposés : tous les dépôts de marne ou de calcaire étaient attribués au Calcaire de Beauce, tous les dépôts sableux ou argileux, aux Sables de l'Orléanais. C'est ainsi que les calcaires de Montabuzard près d'Orléans, dont la faune a été étudiée par Cuvier avaient été attribués au Calcaire de Beauce.

Dès nos premières recherches (1) pour la revision des contours de la feuille de Gien, nous avons reconnu que la constitution de cette région était en réalité plus complexe et qu'on pouvait y distinguer de bas en haut trois alternances de dépôts calcaires et de dépôts argileux ou sableux ;

---

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3e série, t. IV, p. 92 (20 déc. 1875).

1° *Calcaire de Beauce* inférieur.
2° Mollasse du Gatinais.
3° *Calcaire à Hélices* de l'Orléanais.
4° Sables de l'Orléanais.
5° *Marnes de l'Orléanais.*
6° Sables et argiles de la Sologne.

Un peu plus tard, la suite de nos études nous montrait que la même succession de couches se retrouvait dans le Blaisois (1).

Dans toute cette zone qui s'étend entre Montargis au N.-E. et Pontlevoy au S.-O., nous constations une discordance entre les Calcaires à Hélices et les Sables de l'Orléanais, et cette discordance pouvait à la rigueur expliquer la position de certains calcaires attribués à cet horizon, à une altitude supérieure à celle des sables ; la position anormale des deux dépôts pouvait être due à un ravinement. C'est ainsi que nous avions admis à Chitenay le dépôt des Sables de l'Orléanais dans un bassin ou golfe creusé dans les calcaires de la Beauce, et que, adoptant les idées généralement admises, nous avions continué à attribuer au Calcaire à Hélices, les calcaires de Montabuzard, bien que les Sables de l'Orléanais eussent été signalés à Ingré à un niveau inférieur.

En étudiant à nouveau les environs de Chitenay, et essayant de délimiter les formations géologiques, nous fûmes amené à reconnaître que les contours séparatifs du calcaire et des sables étaient une courbe de niveau, de telle sorte que les calcaires paraissaient régulièrement superposés aux sables, et cette probabilité se changea en certitude lorsque dans une sablière à Chévenelles (2) nous pûmes observer la superposition directe des calcaires aux sables. Cette superposition nous était en même temps confirmée par la coupe d'un puits récemment creusé au château de Chévenelles et dans lequel on avait dû traverser un banc de calcaire solide avant de rencontrer les sables fossilifères. Le calcaire de Chitenay comme celui de Chévenelles, qui en est le prolongement, n'étaient ainsi qu'une dépendance de l'assise que nous avions désignée sous le nom de Marnes de l'Orléanais, et comme vérification nous retrouvions au-dessus de Chévenelles les Sables de la Sologne superposés au calcaire dont il vient d'être question (3). Cet accident calcaire présente ici un assez grand développement et il y a quelques jours à peine nous retrouvions avec MM. Le Mesle et Franchet dans un emprunt ouvert pour les travaux du chemin de fer à Cour Cheverny, au milieu des Marnes de l'Orléanais, des nodules d'un calcaire concrétionné tout à fait analogue à certaines variétés du calcaire supérieur de Chitenay. C'est un peu au sud de cette dernière localité et dans des calcaires appartenant à ce même niveau que M. Franchet a recueilli une empreinte bien caractérisée de la *Melania aquitanica.*

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VII, p. 52 (2 déc. 1878).

(2) Nous avons été obligeamment guidé dans ces excursions par notre confrère M. Le Mesle.

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 26 janv. 1880.

La constatation de l'existence d'un niveau de calcaire lacustre superposé aux Sables de l'Orléanais, était bien faite pour inspirer des doutes au sujet de la position véritable du calcaire de Montabuzard, d'autant plus que la faune de vertébrés trouvée dans ces calcaires était notablement différente de celle que l'on connaissait dans le calcaire de Beauce, à Selles-sur-Cher, à Blois et dans d'autres localités, tandis qu'elle présentait les plus grandes analogies avec celle des Sables de l'Orléanais. Il était donc indispensable d'étudier à nouveau la localité de Montabuzard ; c'est ce que nous venons de faire il y a quelques jours.

Les calcaires qui ont fourni les ossements étudiés par Cuvier ont été exploités au sommet de la colline, au-dessus des dernières maisons du village, situé lui-même au N.-E. de la commune d'Ingré ; ils s'élèvent à la cote de 130^m environ. La colline est limitée au sud par les pentes d'Ingré qui descendent vers la Loire ; elle se prolonge à l'O. vers Champgelin en formant une deuxième colline un peu plus élevée (136^m). Au N.-E., elle se relie par Levrette au plateau de Villeneuve (130 à 135^m), dont elle est séparé au N. par une vallée qui se creuse rapidemment en descendant à l'O. vers la forêt de Bucy.

Dans cette région tous les points élevés sont occupés par des calcaires ou par des marnes. Les marnes calcaires se montrent au nord de Villeneuve près de la station, et au sud au-dessous du moulin ; à Levrette sur la grande route on voit affleurer des calcaires jaunâtres ; de là à Montabuzard, le chemin reste constamment sur des calcaires plus ou moins marneux. A Montabuzard même il n'existe plus de coupe visible, mais voici celle qu'en a donnée Cuvier (de haut en bas) :

Terre végétale.	$0^m,70$ à $1^m,00$
Calcaire fragmentaire.	4 à 5^m
Banc de pierre marneuse exploité (sorte de marne durcie), pénétré de toutes parts de coquilles d'eau douce et surtout de limnées et de planorbes. C'est dans ce banc de pierre qu'on a trouvé les ossements. Ep.	$2^m,00$

Au-dessous marne crayeuse.

La colline de Champgelin montre des affleurements de calcaire sur ses deux versants, que l'on peut suivre à l'O jusqu'aux dernières maisons du Bout de Coutes.

Sur ces divers points, les calcaires descendent jusqu'à la cote 120 mètres environ et dès que l'on atteint ce niveau on voit apparaître les Sables de l'Orléanais : ici comme à Chitenay et à Chévenelles *la ligne séparative des calcaires et des sables est une courbe de niveau.* Nous avons pu observer l'affleurement des sables de l'Orléanais au N.-E. de Levrette sur les pentes qui descendent vers Orléans et particulièrement au passage à niveau de chemin de fer; puis dans le val qui limite au sud le coteau de Montabuzard, ils sont là très développés et exploités en plusieurs points; ils présentent d'une manière très marquée cette stratification enchevêtrée (1) qui, caractérise la même formation aux environs de Pontlevoy. On retrouve les sables à Ingré, puis à mi-côte au-dessous du Bout-de-Coutes où on peut les voir ravinant les calcaires de Beauce proprement dits, dans lesquels des exploitations ont creusé de profondes excavations. Plus à l'O. les sables ont été exploités au-dessous du moulin. On peut suivre leurs affleurements au N. de la colline de Champgelin, au S.-E. de la Martinière, puis au point marqué 121. Les sables sont exploités immédiatement au N. du coteau de Montabuzard au fond du vallon qui le sépare du plateau de Villeneuve; plus au N., ils se sont montrés fossilifères dans le village même d'Ormes où ils recouvrent le calcaire de Beauce à l'altitude de 123 mètres.

Il est assez difficile de se rendre compte de la puissance de cette formation : les sables paraissent bien développés tout autour du coteau de Montabuzard, mais leur épaisseur ne doit pas dépasser 6 à 8 mètres.

Au-dessous, on voit partout apparaître le calcaire de Beauce inférieur caractérisé par sa structure massive et les lits de silex meulière qu'il renferme presque partout (2).

En résumé le calcaire de Montabuzard occupe un niveau plus élevé que les Sables de l'Orléanais et la ligne séparative est *une courbe de niveau;* il en résulte que la surface de séparation des deux formations est un plan horizontal et que, comme à Chévenelles et à Chitenay, le calcaire de Montabuzard est régulièrement superposé aux Sables de l'Orléanais : la position respective des deux assises est donc inverse de celle que l'on avait admise jusqu'ici.

---

(1) Elle est caractérisée par de nombreux systèmes de lignes de fausse stratification souvent courbes et enchevêtrés les uns dans les autres.

(2) Rappelons que plus à l'E., avant Orléans, on voit affleurer au-dessous des ables, les marnes vertes qui séparent les deux calcaires de Beauce, tandis que plus oin, à Fay-aux-Loges, les Sables de l'Orléanais reposent directement sur le Calcaire Hélices. On voit ainsi que la discordance des deux formations ne peut être outeuse.

Les marnes crayeuses signalées par Cuvier au-dessous du banc fossilifère paraissent être la continuation des marnes blanches farineuses ou noduleuses plus ou moins bariolées de gris ou de verdâtre qui constituent les marnes de l'Orléanais proprement dites; on peut en observer les couches les plus inférieures au-dessus des sablières sur le versant S.-E. du coteau de Montabuzard. Le calcaires occuperaient ainsi en réalité un niveau un peu supérieur aux Marnes de l'Orléanais et pourraient être par suite synchroniques de la partie la plus inférieure des sables de la Sologne. Le niveau des marnes de l'Orléanais que nous avions défini d'abord seulement au point de vue stratigraphique pourra maintenant être précisé au point de vue paléontologique. On y a recueilli la *Melania aquitanica* à Suèvres et au S. de Chitenay ; à Suèvres les fouilles exécutées par l'abbé Bourgeois ont mis à découvert toute une faune d'eau douce dont les échantillons déposés au collège de Pontlevoy ne paraissent pas avoir encore été étudiés d'une manière complète; enfin à Montabuzard, M. Nouël a recueilli un certain nombre de fossiles terrestres ou d'eau douce parmi lesquels une hélice qui avait d'abord été confondue avec l'*H. Ramondi*, mais qui en est distincte. La faune de vertébrés comprend, en outre des animaux de Montabuzard étudiés par Cuvier, un certain nombre de types découverts à Suèvres par l'abbé Bourgeois; on sait que cette faune, caractérisée par l'*Anchitherium aurelianense*, le *Procervulus aurelianensis* et l'*Hyæmoschus Larteti* présente les plus grandes analogies avec celle de Sansan.

M. Ch. Vélain fait la communication suivante :

Notes géologiques sur la **Haute-Guyane** *d'après les exploration du* **D^r Crevaux.**

(DEUXIÈME PARTIE)

par M. **Ch. Velain**

I

En 1877, M. le D^r Crevaux, à la suite d'une première exploratio dans la Haute-Guyane française, avait bien voulu remettre au lab ratoire de géologie de la Sorbonne les collections de roches recuei lies dans la région drainée par les deux fleuves « *Maroni* et *Yari* », qu'il avait explorée.

L'étude de ces collections m'a permis de donner une première esquisse de la constitution géologique de cette contrée presque complètement inconnue (1).

Le Dr Crevaux ne s'est pas tenu à ce premier voyage, qui déjà avait donné de si beaux résultats au point de vue géographique, et pendant les années suivantes, en deux étapes, l'une de douze mois (du 10 août 1878 au 31 juillet 1879), l'autre de huit (du 6 août 1880 au 10 mars 1881), il a pu remonter tous les grands fleuves de l'Amérique équatoriale jusqu'à leurs sources qui, pour la plupart, étaient inconnues, explorant leurs affluents et relevant leur tracé à la boussole ~~et au~~ théodolite avec une grande exactitude.

Dans la première de ces expéditions, il a réussi à traverser dans presque toute sa longueur le continent américain. Remontant l'*Oyapock* qui forme la limite entre notre colonie et le Brésil, il atteignait les monts des Tumuc-Humac, un des anneaux de la chaîne qui sépare le bassin des fleuves de la Guyane de celui des Amazones, et redescendait dans ce bassin par le *Parou*, rivière considérable dont on lui doit la découverte.

Malgré les fatigues de cette première traversée, ce voyageur qu'aucune difficulté n'arrête, non content de ce premier succès, après un court repos à Para, va reconnaître, dans le cours supérieur de l'Amazone, deux des plus puissants affluents de ce fleuve. Après une navigation d'un mois sur l'*Iça*, il arrive aux sources de cette importante rivière, au pied même des Andes, et redescend par une voie nouvelle, le *Yapura* qui mesure 500 lieues et n'était connu qu'à son embouchure.

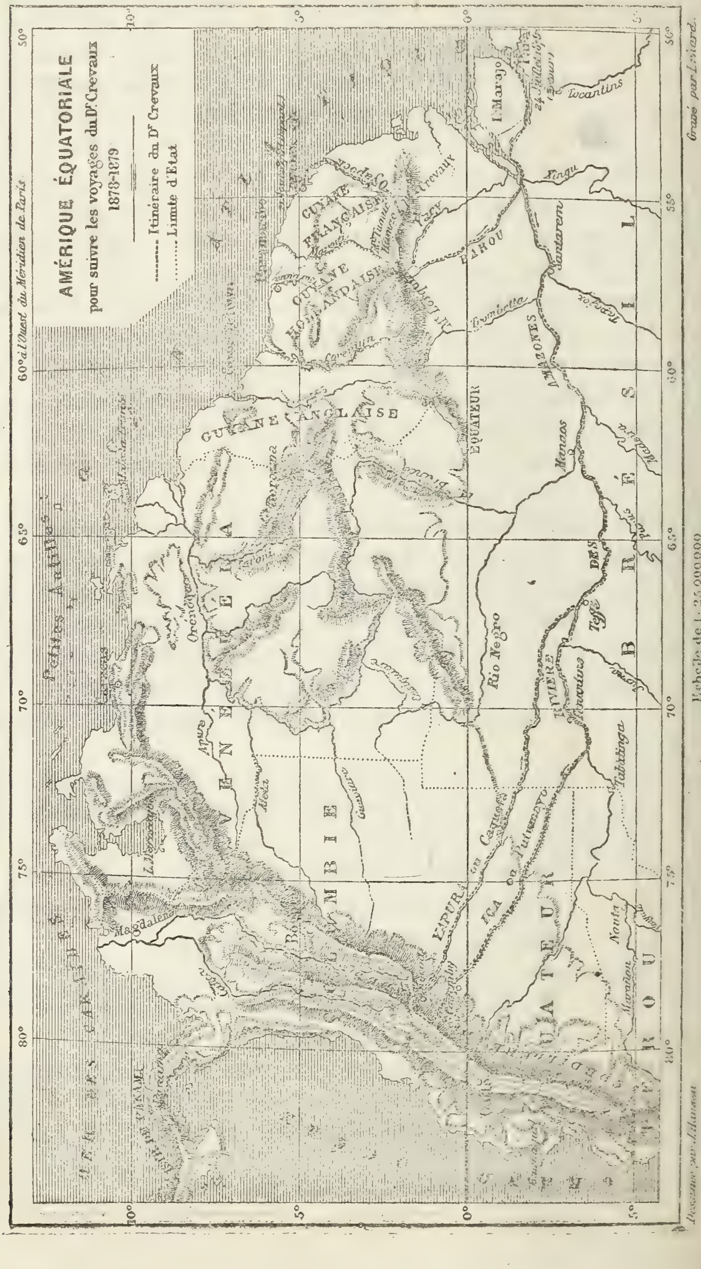
La seconde a été consacrée à l'exploration du *Magdalena* qui coule dans la Colombie, entre les Cordillères orientale et centrale des Andes. Le 14 octobre, il franchissait la crête de la Cordillère orientale et découvrait une rivière nouvelle, à laquelle il consacrait le nom de M. de Lesseps (*rio Lesseps*), puis il explorait le *Guayabero* (*Guaviare*), et revenait sur la côte nord par l'*Orénoque*.

L'intérêt géographique de cette dernière exploration consiste dans un tracé détaillé de huit cent cinquante lieues de rivière, dont quatre cent vingt-cinq en pays non exploré.

Un courage et une audace sans mesure, une santé de fer, un mépris absolu de tous les dangers, avec une persévérance à toute épreuve, telles sont les qualités qui ont permis au Dr Crevaux d'arriver en si peu de temps avec un seul nègre, *Apatou*, pour tout compagnon de voyage, à des résultats qui le portent maintenant au rang des grands voyageurs.

---

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3 série, t. VII, p. 388, 1879.


AMÉRIQUE ÉQUATORIALE
pour suivre les voyages du Dr Crevaux
1878-1879
Itinéraire du Dr Crevaux
Limite d'Etat
60° à l'Ouest du Méridien de Paris
GUYANE FRANÇAISE
GUYANE HOLLANDAISE
GUYANE ANGLAISE
Petites Antilles
ÉQUATEUR
Rio Negro
Amazones
Tocantins
Xingu
Santarem
Manaos
Teffé
Tabatinga
Magdaléna
Orénoque
Apure
Japura
Iça
I. Marajo
Echelle de 1 : 25 000 000
Gravé par Erhard

Dans chacune de ses explorations, M. Crevaux a utilisé son voyage de la façon la plus heureuse. Doué d'un excellent esprit d'observation, les documents qu'il a rapportés relatifs à l'histoire naturelle et surtout à l'ethnographie des régions traversées sont précieux. Il a encore trouvé le temps et le moyen, malgré le peu de ressources dont il pouvait disposer et la difficulté des transports, de recueillir un grand nombre d'échantillons de roches dans les encaissements des fleuves et même dans des points assez écartés, en repèrant avec soin leur position et leur extension le long des rives.

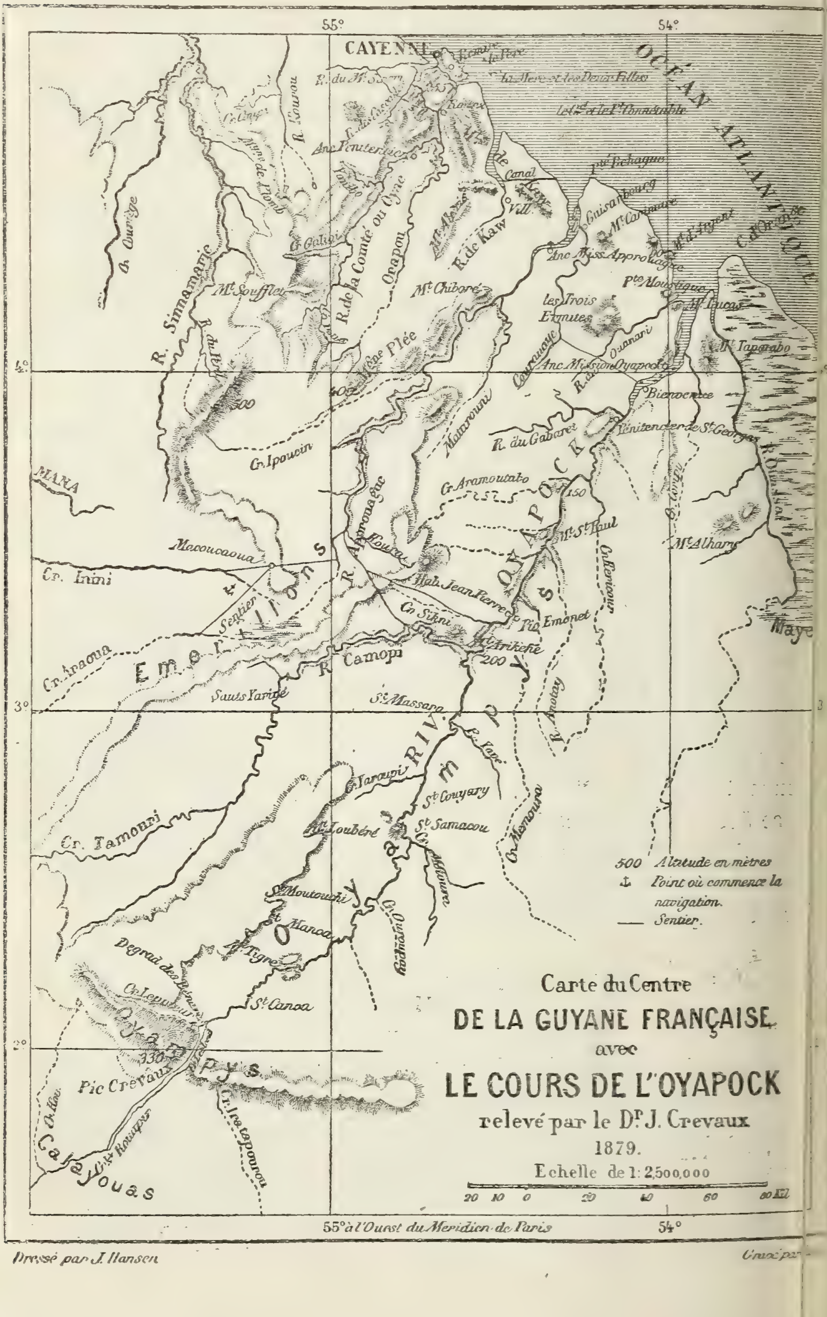
Les collections géologiques relatives à ces trois voyages ont été déposées à la Sorbonne ; je demande à la Société de lui présenter aujourd'hui les résultats des études que je viens de faire des roches de l'Oyapock afin de compléter les notions géologiques déjà acquises sur la partie ouest de la Guyane française, par l'exploration précédente du Maroni et du Yari.

Sur le parcours du premier de ces deux fleuves, les roches traversées se montrent principalement composées de gneiss et de micaschistes, qui présentent tous les caractères du système gneisso-schisteux inférieur. L'absence de toute roche amphibolique m'avait engagé à considérer comme absente, la partie supérieure des schistes cristallins, composée, comme on sait, d'une longue alternance de roches où prédomine l'amphibole (gneiss à amphibole, amphibolites, etc.) avec des cipolins, d'autant plus que les schistes et quartzites à minerai de fer qui venaient au-dessus, en discordance, étaient bien différents.

Les collections recueillies par le docteur Crevaux, dans l'Oyapock, viennent combler cette lacune, en montrant dans le cours supérieur de ce fleuve des représentants nombreux de cette série supérieure ; le système des gneiss et schistes cristallins se présente ainsi au complet dans la partie est de la Guyane, avec tout un cortège de roches éruptives des plus intéressantes.

II

L'Oyapock est un grand fleuve ; c'est le plus important des cours 'eau de la Guyane, après le Maroni. Son débit comparé à celui du hône est plus considérable et pour tant son parcours n'est que de 85 kilomètres. Le docteur Crevaux attribue sa rapidité et surtout ce ébit considérable, non seulement à l'abondance des pluies dans la égion, mais encore à l'imperméabilité du sol argileux qui forme le lit du fleuve, sol argileux résultant de la décomposition des grands massifs de roches feldspathiques qui l'encaissent.


Carte du Centre
DE LA GUYANE FRANÇAISE
avec
LE COURS DE L'OYAPOCK
relevé par le Dr J. Crevaux
1879.
Echelle de 1: 2,500,000
20 10 0 20 40 60 80 Kil.
500 Altitude en mètres
Point où commence la navigation.
Sentier.
55°
54°
4°
3°
2°
55° à l'Ouest du Méridien de Paris
CAYENNE
OCÉAN ATLANTIQUE
C. d'Orange
Canal
Kaw Vill.
R. de Kaw
Mt Chiboré
les Trois Ermites
Anc. Mission Oyapock
Pte Mouniqué
Mt Lucas
Bienvenue
Pénitencier de St Georges
R. du Gabaret
Mt Alhary
Mt St Paul
Cr. Aramoutabo
Hab. Jean Pierre
Pic Emonet
R. Camopi
Cr. Ipoucin
R. Simmamarie
Mt Soufflet
R. Approuague
R. de la Comté ou Oyac
Onapou
MANA
Cr. Inini
Macoucaoua
Emerillons
Cr. Araoua
Sauts Yaripé
St Massara
R. Yaoué
Cr. Tamouri
Mt Loubéré
St Couyary
St Samacou
St Moutouchi
St Manca
St Canoa
Degrad des Bienvenus
Oyampys
Pic Crevaux
Calayouas
Cr. Ipetepouraoua
OYAPOCK
RIV.

Dressé par J. Hansen

Gravé par

L'Oyapock prend son origine au pied des Tumuc-Humac, où il débute par une infinité de petites criques ramifiées, serpentant sur le versant est de ces petites montagnes, connues des indigènes sous le nom de *Cumu-Cumu*, en raison du palmier Comou (*Ænocarpus bacaba*) qui constitue de véritables forêts sur leurs flancs. Il se dirige ensuite au nord-est, et vient déboucher, au pénitencier de Saint-Georges, dans une vaste embouchure, en forme de baie allongée, entrecoupée d'îles, et limitée au S.-S.-E. par le cap Orange et au N.-N.-O. par la montagne d'Argent. Dans toute cette partie les rives sont basses, marécageuses et couvertes de palétuviers qui défendent les abords du fleuve.

A une certaine distance de la mer (50 kilom. environ), l'Oyapock se rétrécit et s'encaisse dans des rives abruptes, couvertes de végétation et présentant les sites les plus pittoresques et les plus variés.

Des îlots verdoyants, couverts de milliers d'oiseaux au plumage éclatant, allongés dans le sens du fleuve, le divisent en plusieurs bras, qui forment autant de rapides. Bientôt apparaissent des Sauts, et la navigation devient difficile, pour ne pas dire impraticable. La première de ces chutes, à peu de distance du pénitencier de Saint-Georges, porte le nom de *Saut-Robinson*. En ce point l'Oyapock a dû se frayer un passage à travers une petite chaîne montagneuse, les collines Huart, élevées de 150 mètres, disposées parallèlement à la côte, et formées d'un massif de gneiss redressés, percé de larges filons granitiques et granulitiques orientés dans le sens de la chaîne. Ces dernières roches ont résisté à l'action des eaux, le gneiss schisteux encaissant seul a été enlevé; elles forment alors une série de barrages transversaux que ce fleuve ne peut franchir que par une série de rapides et de chutes.

Il en est ainsi jusqu'aux sources; sur tout le reste du parcours ces accidents se présentent près de quarante fois; à chaque instant, par conséquent les canots doivent être halés à terre, ou remorqués le long des branches d'arbre et des lianes qui bordent les rives. Cette rivière est impraticable; dans le récit de son voyage dans les deux Amériques, d'Orbigny déclare que toutes les tentatives faites pour remonter l'Oyapock ont été vaines et que lui-même n'a pu dépasser les premiers sauts.

III

Les premières saillies de l'embouchure de l'Oyapock sont constituées comme aux bouches du Maroni par des gneiss granitoïdes largement micacés, très feldspathiques, qui se développent sur une certaine étendue, traversés et disloqués par des masses granitiques disposées en forme de coin, dont les sommets émergent au-dessus des eaux en donnant lieu à une série de petits îlots.

Gneiss granitoïde et granites. — Ces gneiss, glanduleux par places, à structure massive, sont très feldspathiques, l'oligoclase y prédomine, en cristaux brisés, très striés, formant une sorte de brèche au milieu de laquelle le mica noir, en lamelles déchiquetées caractéristiques, semble pressé et froissé ; un quartz rempli d'inclusions à bulle mobile, souvent avec cristaux cubiques au nombre de deux ou trois par inclusions, traverse le tout en formant de grandes plages allongées, qui se prolongent en filonnets dans les intervalles des cristaux précédents ; l'orthose seul a des contours réguliers, il est peu fréquent, nuageux, presque toujours simple, avec une belle structure zonée ; les minéraux accidentels habituels à ces roches y sont peu nombreux, j'y ai reconnu seulement du fer oxydulé avec quelques petits zircons en inclusions dans la biotite.

Au contact du granite les modifications sont peu nombreuses ; quelques injections quartzeuses sous forme de quartz de corrosion, affectant surtout l'orthose, dont les bords sont alors corrodés, enveloppés et pénétrés par des traînées en forme de gouttelettes, avec un développement de mica blanc sur les salbandes, sont seules à signaler. Ce granite appartient à un type ancien, il est largement cristallisé et se distingue mal à l'œil nu du gneiss encaissant avec lequel il paraît se fondre dans les échantillons de contact. Il est également rendu porphyroïde par un grand développement de cristaux d'orthose mâclés. Le quartz y forme de grandes plages à contours irréguliers, qui se font encore remarquer par un grand nombre d'inclusions à bulle mobile et de pores à gaz, disposés par traînées entrecroisées. Par contre, le mica noir présente souvent des formes régulières et l'oligoclase, avec de l'orthose en débris, paraît ancien et décomposé.

Ce même granite se retrouve en grandes masses aux roches de l'Eridan, dans le sud du pénitencier de Saint-Georges, ils donnent lieu à des récifs submergés dangereux (1).

Au delà, les collines Huart sont composées de gneiss gris, trè micacé et schisteux, traversé par de larges filons de granite et d granulite, orientés E.-O., qui donnent lieu aux sauts Robinson Mascarara, aux îlots Anoura, qui sont très rapprochés.

Le gneiss des collines Huart est feuilleté, très micacé, il donn des arênes cendreuses noires très caractéristiques, et ne présent rien de particulier, sinon l'orientation remarquable de ses éléments

---

(1) Un navire de guerre, *l'Éridan*, s'y est perdu.

L'oligoclase, en petits débris anguleux, forme des lits continus, d'aspect bréchoïde, alternant avec des traînées membraneuses de mica noir déchiqueté. Un quartz granulitique forme, par places, des amas lenticulaires allongés. Cette disposition est troublée parfois par l'apparition de gros cristaux de microcline, injectés de quartz, entre les feuillets. Des petits cristaux de sphène grisâtres sont assez fréquents. On remarque aussi des taches graphiteuses noires autour du mica.

Le filon du premier saut (saut Robinson) au travers de ces gneiss est constitué par une belle roche granitique très quartzeuse, marquée de taches vertes allongées, qu'on reconnaît facilement pour de l'amphibole, et qui s'entourent de biotite. L'orthose avec ses clivages miroitants et nacrés, l'oligoclase vitreux et strié, se reconnaissent facilement à l'œil nu, le quartz est abondant. Le quartz se présente dans cette roche sous trois états : en plages granitiques allongées, exemptes, pour ainsi dire, d'inclusions ; en filonnets, sous la forme granulitique, c'est-à-dire en petits cristaux chatoyants, disposés en mosaïque; enfin, à l'état de quartz de corrosion. Ces deux deniers sont de seconde consolidation. Le quartz de corrosion attaque ici de préférence l'oligoclase, sur les bords duquel il forme des palmures très découpées, tandis que les traînées de quartz granulitique serpentent entre les cristaux jouant le rôle de ciment ; ce dernier est peu abondant, de beaucoup les grandes plages quartzeuses granitiques prédominent. L'orthose, peu abondant, est nuageux, ses clivages bien marqués sont tapissés de petites aiguilles brillantes, qui s'éteignent en long entre les nicols croisés. Les cristaux d'hornblende, allongés suivant *h*, sont brisés et décomposés sur les bords; ils appartiennent de même que l'oligoclase à la phase de consolidation ancienne. Le mica noir, assez abondant, se tient autour des cristaux d'amphibole qu'il semble épigeniser. Quelques granules d'épidote proviennent également de la décomposition de l'amphibole.

L'action de ce granite à amphibole sur le gneiss encaissant paraît avoir été nulle. Mais il n'en est pas de même pour la granulite qui vient former les sauts suivants ; les modifications que cette roche a exercées sont profondes et surtout très étendues, elles ont même atteint le granite à amphibole, qu'elles ont traversé, et le quartz de corrosion qu'on y reconnaît doit être dû à leur action. Ce même quartz prend un grand développement dans le gneiss des îlots Anoura, au voisinage des filons granulitiques du saut du même nom. Il est accompagné de mica blanc, en petites lamelles radiées ou groupées en faisceaux, infiltré dans les plans de clivages et les interstices des cristaux de feldspath. Des cristaux de microcline, le plus souvent aplatis suivant g^2, injectés de quartz, se produisent aussi dans ces conditions.

Cette granulite, aux tons rosés, est absolument identique à celles décrites par M. Michel-Lévy dans le Morvan. Sa composition minéralogique est fort simple : on peut en distinguer les éléments essentiels à l'œil nu. L'orthose est rouge chair, avec la mâcle de Carlsbad, l'oligoclase blanchâtre et strié. Le quartz se montre en petits amas craquelés, ou bien en cristaux dihexaédriques dont les pointements vitreux sont bien nets. Le mica blanc est lamelleux et brillant.

A ces éléments l'analyse microscopique ajoute du microcline, quelques petites paillettes de biotite et des prismes aiguillés de tourmaline très dichioïques : elles les montre, en outre, disposés dans l'ordre suivant :

1° Minéraux anciens, en débris, de première consolidation : *mica noir*, *oligoclase et orthose*, *quartz dihexaédrique*, *tourmaline accidentelle ;*

2° Minéraux de seconde consolidation : *orthose* et *microcline*, *quartz granulitique*, *mica blanc ;*

3° Produit de décomposition (actions secondaires) : *chlorite verte écailleuse.*

C'est exactement la composition et le mode de structure donnée par M. Michel-Lévy pour la granulite rose de Semur-en-Auxois.

Certaines variétés euritiques et quartzeuses de cette granulite, aux alentours de l'île Jacques, sont marquées sur leurs affleurements de rainures allongées et de surfaces déprimées, de forme ovalaire. Ces entailles sont faites par les indigènes qui viennent y dresser leurs instruments en silex ; les rainures ont été pratiquées en aiguisant le tranchant des haches, et les surfaces déprimées en polissant leurs faces (1).

Au delà de la crique Mouchiri, près de l'ancienne mission de Saint-Paul, chez les Oyampis, le docteur Crevaux a recueilli des échantillons d'une granulite fort intéressante, en tous points semblable à celles des îles Seychelles que j'ai décrites (2), et qui prennent leur caractère dans la présence de l'amphibole.

Le gneiss granitoïde reparaît dans le cours moyen du fleuve, au saut Massara, il se développe ensuite sur une étendue de plus de

---

(1) Je puis citer une autre application industrielle de la granulite; dans une autre contrée bien éloignés, en Chine, dans la province de Ghantuns, ces mêmes variétés à grains fins, riches en petits dihexaèdres de quartz, sont exploitées comme pierres à moudre. Des échantillons de ces meules ont été rapportées et déposées à la Sorbonne par M. Fauvel, officier des douanes chinoises.

(2) Ch. Vélain. Note sur la constitution géologique des îles Seychelles, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VII, p. 268.

40 kilomètres. M. le docteur Crevaux a vu ces roches fortement redressées, plissées et contournées ; une grande faille doit donc être admise pour expliquer leur retour.

Ce gneiss est encore massif comme celui de l'embouchure; le mica noir, en larges lamelles brillantes, y forme des amas lenticulaires enchevêtrés plutôt que des lits continus. Les feldspaths y sont d'une extrême fraîcheur : les uns, d'un blanc nacré sur les faces de clivages se reconnaissent pour de l'orthose; l'oligoclase plus abondant est opaque, un peu rosé, et marqué de belles stries, visibles à l'œil nu. Le quartz forme des petits amas vitreux. Ces éléments sont mieux orientés que dans le gneiss de l'embouchure. L'oligoclase est toujours brisé, ses fines lamelles hémitropes sont souvent plissées ou même brisées et disjointes. Les lamelles de biotite, toujours déchiquetées, présentent sur leurs extrémités frangées des petites houppes de fer oxydulé, qui se disposent à la manière de la limaille de fer aux deux pôles d'un aimant. L'orthose est plus rare, il est arrondi, un peu altéré suivant les lignes de clivage et toujours enveloppé par les plages quartzeuses. Des zircons prismés, présentant souvent la face terminale *p*, sont fréquents dans toute la roche, le mica et l'orthose en renferment en inclusions.

Plus loin, au petit saut qui précède de quelques kilomètres celui de Pacouchiri, ce même gneiss devient plus micacé et plus schisteux. Le microscope montre cette nouvelle roche, où le quartz ancien se présente en gros cristaux arrondis et dispersés, comme des galets roulés, injectée de quartz granulitique, chatoyant, formant des traînées allongées dans le sens des feuillets, ou les disloquant ; ces filonnets charrient, en les bousculant et en les amassant contre les gros cristaux d'oligoclase qui forment comme des arrêts, des débris d'orthose, de microcline et de mica infiltrés eux-mêmes de quartz.

Au saut Pacouchiri, à 7 kilomètres environ de ce petit saut, le gneiss devient tout à fait feuilleté et passe au gneiss gris qui vient ensuite ; ainsi s'établit à la limite de ces deux séries gneissiques une zone de passage qui sert à les relier.

Voici la composition du gneiss du Pacouchiri : l'orthose et l'oligoclase associés donnent tous deux de grandes plages, à contours irréguliers, formant des bandes séparées par des traînées de mica noir, avec quartz granitique arrondi et fer oxydulé. L'oligoclase est souvent en inclusion dans l'orthose.

Il faut encore y signaler des traînées de quartz granulitique grenu et sableux, amenant avec elles du mica blanc en minces lamelles qui se répandent dans toute la roche. Le microcline est aussi abondant, il doit y avoir été introduit postérieurement. Les minéraux accidentels se bornent à l'épidote et au zircon, ce dernier est peu fréquent, mais par contre bien transparent et volumineux.

Le gneiss gris qui vient ensuite, est celui que j'ai déjà décrit aux Collines Huart, il est peut-être encore plus fin, peu micacé, et ressemble absolument à ces fragments de gneiss micacé, très schisteux, empâtés dans les granites de Bretagne, où le feldspath ne se traduit plus que par quelques petites taches blanches.

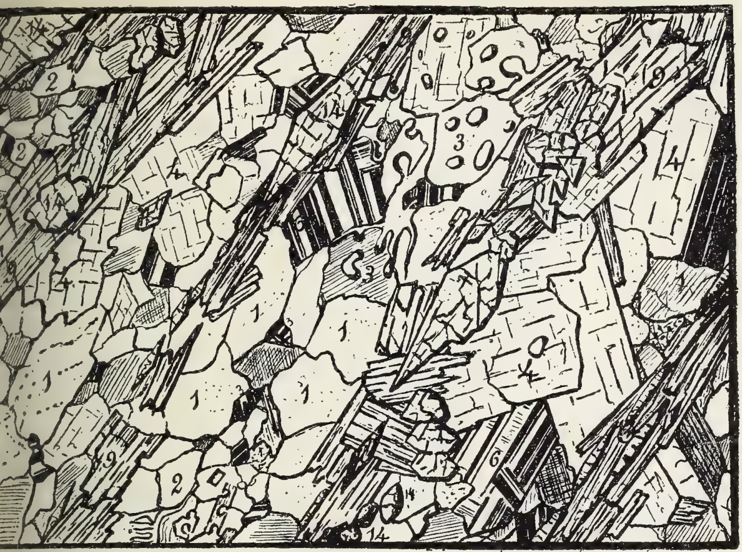
Ces gneiss paraissent là très étendus; ils sont traversés et disloqués à diverses reprises par des masses énormes de granite à amphibole. Ce nouveau granite est à grandes parties, tous ses éléments, d'une grande fraîcheur, sont bien discernables à l'œil nu. La fig. 3 de la planche IX représente un bon type de ces granites amphiboliques qui sont ainsi fréquents en Guyane.

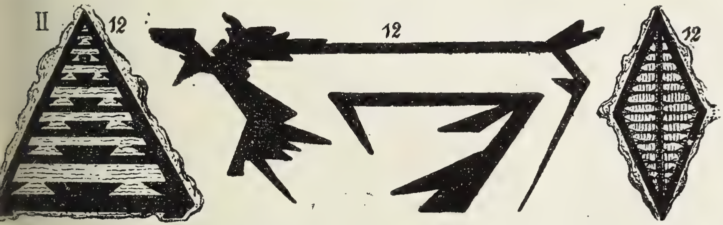
A une certaine distance du point où ils cessent, le Dr Crevaux a recueilli, entre les criques Motoura et Ouroupayo, des échantillons de diorite dans de petits affleurements isolés, entourés d'une épaisse végétation marquant leurs relations avec les roches environnantes. Il est probable que ces roches se trouvent là au travers des gneiss gris qui ont dû se continuer, car on les retrouve bientôt au delà. Cette diorite est quartzifère et largement cristallisée; sa composition minéralogique est assez complexe : elle est formée essentiellement d'oligoclase, d'orthose peu abondant et d'amphibole verte, et contient, avec du fer oxydulé, un peu de mica noir, des zircons bien prismés, du grenat, de l'épidote en petits amas granuleux isolés qui n'épigénisent aucun des éléments de la roche, enfin du sphène en abondance. Le quartz, à l'état granulitique, est récent, il a une tendance à se transformer en quartz de corrosion en s'infiltrant dans les cassures et les plans de clivages des feldspaths (la figure n°2 pl. X en donne un exemple).

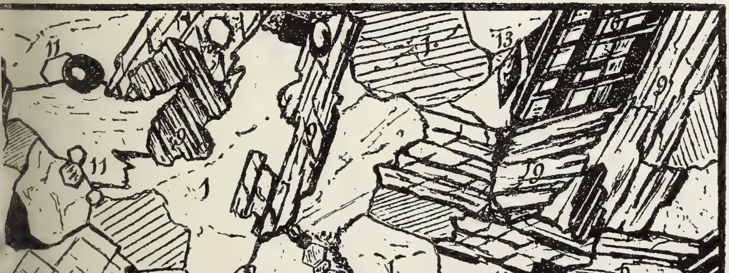
L'oligoclase se présente en petits débris anguleux, entraînés par le quartz, et en grands cristaux largement striés; ces derniers sont souvent encapuchonnés par l'orthose qui s'y infiltre ou parfois s'accole à leur côté en formant des groupements de cristaux parallèles. L'hornblende y existe de même sous deux états : en grandes plages déchiquetées lamelleuses, peu striées, d'un beau vert bien transparent, faites suivant g^1 et souvent mâclés ; puis en cristaux plus petits, très colorés, se présentant toujours avec des formes rhombiques, tronquées à leurs extrémités, indiquant des sections perpendiculaires au plan de symétrie g^1, marquées de clivages aigus très accentués.

Les larges lamelles d'hornblende s'associent aux grands cristaux d'oligoclase et d'orthose pour mouler tous les autres éléments de la

Bull. Soc. Géol. de France. 3e série, t. IX, pl. IX.


2
2
14
4
3
3
4
4
6
1
1
1
1
1
9
2
6
14
14
9

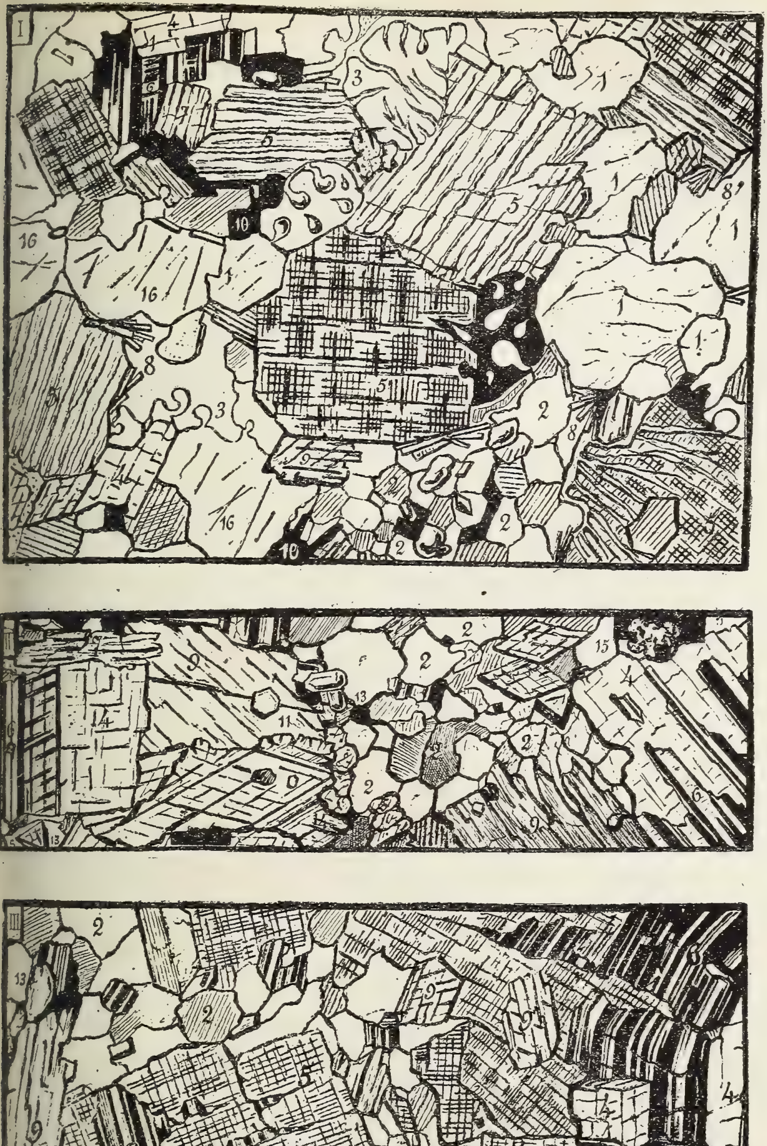



11
11
1
13
16
9
9
9
10
9
13
13
13
16
4
4
1
1
9
13
1
4

I. Gneiss à amphibole avec sphène (saut Yennarou).
II. Fer titané.
III. Granite à amphibole du saut Pacouchiri.

[illegible]
G D
[illegible]

Bull. Soc. Géol. de France. 3ᵉ série, t. IX, pl. X.


I
4
1
6
7
5
5
3
1
10
5
8
1
16
16
1
1
8
3
5
5
2
8
9
4
16
2
2
10
9
4
2
2
13
15
4
11
2
2
6
9
13
III
2
13
2
5
9
9
9
4
4
6
9
13
2
4
6

I. Granulites à amphibole du mont Tigre.
II. Diorite à la crique Motoura.
III. Granulite à amphibole du saut Yennarou.

BRITISH MUSEUM
G S D
NATURAL HISTORY.

roche. Ils appartiennent avec le quartz granulitique à la seconde phase de consolidation de la roche.

Le sphène paraît ancien et nullement secondaire, comme il l'est habituellement dans les diorites, où il résulte principalement de l'altération du fer titané. Ici le fer titané manque, le sphène (pl. X, fig. 2) se présente en plages irrégulières brunâtres de grandes dimensions, isolées les unes des autres, associées à l'épidote, avec les clivages *m m* très marqués, ou bien en petits cristaux très en relief, en forme de coin, allongés dans le sens de la diagonale de la base, et mâclés suivant h^1 à la manière des sphènes du Tyrol.

Le gneiss gris affleure de nouveau près de la crique Ouroupayo. Il alterne alors avec des roches gneissiques plus feldspathiques, qui sont d'abord en lits minces, puis qui finissent par prédominer et à persister seules jusqu'au saut Yennarou.

Ces nouvelles roches gneissiques sont à amphibole, l'hornblende s'y présente en cristaux lamelleux courts, élargis, d'un noir très brillant, miroitant, sans stries apparentes. Quelques petites taches vertes parsèment ces lignes noires, qui alternent avec des bandes assez larges de feldspath vitreux où on distingue difficilement le quartz (pl. IX, fig. 1). Sous le microscope cette roche dont tous les éléments sont frais et bien transparents, apparaît superbe.

L'amphibole en longues lamelles étroites et imbriquées, finement striées, le plus souvent bien terminées et mâclées suivant h^1, s'aligne en longues files parallèles d'une rectitude absolue ; de beaux cristaux de sphène brunâtre, aux contours accusés et noircis par les réflexions totales qui s'exercent sur leurs bords, s'alignent au milieu d'elles, tantôt filiformes et marqués par quelques petites cassures transversales, tantôt plus développés, atteignant jusqu'à 3mm en longueur, et prenant alors des sections losangiques aigues dont la surface granuleuse est couverte de cassures irrégulières. De beaux cristaux d'épidote jaune, simples ou maclés, allongés suivant ph^1, dispersés çà et là sur ces lignes ou parmi les feldspaths, viennent jeter sur tout cet ensemble, dans la lumière polarisée, des teintes irisées des plus vives. De grands cristaux d'oligoclase, très finement mâclés, présentant souvent ces mâcles en croix qui résultent de l'association de celles de l'albite et du péricline, viennent, avec quelques lamelles d'orthose simples et très clivées, former des bandes larges et tout aussi régulières, qui alternent avec les lits d'amphibole, en renfermant quelques débris soit dans leurs interstices soit en inclusions. Un beau quartz granitique, très pur, sans inclusions, paraît disposé au milieu des bandes feldspathiques qui sont encore traversées par des filonnets de quartz granulitique, se décomposant en une multitude de petites sections polyédriques dessinant une mosaïque et pénétrant entre les cristaux. Ceux d'oligoclase et de quartz ancien sont parfois remplis de quartz en gouttelettes.

Un peu de fer oxydulé dans les traînées d'amphibole et quelques cristaux de zircon anciens, répandus un peu partout sont à ajouter comme éléments accidentels.

Dans les coupes faites sur les surfaces exposées depuis longtemps à l'air et altérées, l'épidote abonde et résulte de la décomposition des feldspaths, principalement de l'orthose qui est le plus attaqué. L'amphibole devient fibreuse et presque transparente, elle s'entoure de chlorite verte radiée, parsemée de granules de fer oxydulé qui se réunissent surtout en amas autour des parties non altérées de l'amphibole. Dans ces conditions le sphène se transforme presque complètement en cette substance grisâtre, presque amorphe, où les clivages persistent, que M. Gumbel a appellée *Leucoxène*, qui se trouve le plus fréquemment autour du fer titané et dont la nature n'a pas été encore bien définie ; il est ainsi probable que ce Leucoxène n'est qu'un sphène altéré. Je me propose d'analyser cette substance, qui est, par suite de l'abondance du sphène, très développée sur les surfaces altérées de ce gneiss.

Syénite granulitique. — Ces gneiss sont traversés un grand nombre de fois par une syénite qui paraît s'y être injectée en filons minces. Les collections du Dr Crevaux renferment, en effet, un échantillon de ce gneiss, percé par un filonnet de syénite qui atteint à peine deux centimètres en largeur.

Cette roche a les tons rosés et tout l'aspect des syénites des Vosges. Il est assez remarquable qu'elle soit, à grandes parties, largement cristallisée, dans les conditions que je viens d'indiquer, les roches granitoïdes prenant le plus souvent une structure euritique dans les filons minces. L'oligoclase s'y reconnaît, légèrement vitreux et bien strié ; un feldspath gras, rosé, à clivages rectangulaires (microcline) prédomine dans cette roche, où le quartz est bien distinct à l'œil nu ; l'amphibole est disposée en filaments allongés d'un vert peu foncé.

Au microscope, tous ces éléments apparaissent très frais, et se disposent dans l'ordre suivant :

1° Hornblende, mica noir, sphène et zircon, orthose, oligoclase ;
2° Microcline, quartz, amphibole.

Les deux temps dans l'ordre de consolidation des éléments sont très distincts. L'orthose est ancien, presque toujours mâclé, et souvent englobé dans l'oligoclase, dont les larges cristaux, composés d'un grand nombre de lamelles hémitropes, présentant souvent des associations complexes, sont à remarquer.

L'hornblende est à deux états différents : en cristaux anciens, courts, très coloriés, très dichroïques et presque toujours en sections brisées suivant *ph*¹ ; en cristaux fibreux, allongés suivant *h*¹, et fortement clivés dans cette direction ; ils sont d'un vert pâle très atténué, et paraissent avoir subi un commencement d'altération ; leur action sur la lumière polarisée est vive ; ils renferment fréquemment du fer oxydulé. Leur polychroïsme intense doit les faire rapporter à la *Smaragdite*. C'est là l'élément le plus récent de la roche, il se moule sur les autres cristaux et comble leurs interstices. La planche XI donne un bon exemple de cette disposition.

Le quartz, qui appartient aussi au second temps, est en grandes plages granitoïdes, allongées et formant des traînées manifestement orientées, au milieu desquelles se développe le microcline. Ce quartz est rempli d'inclusions gazeuzes disposées en files régulières ; il contient aussi des aiguilles de rutile.

Cette roche, assurément, forme un passage entre les syénites et les granulites à amphibole ; je l'ai attribuée aux syénites en raison de l'état du quartz, qui n'est en aucune façon granulitique, et de l'absence dans la roche de tous ces minéraux (tourmaline, mica blanc, etc.) qui forment le cortège habituel de la granulite.

Granulite à amphibole. — En ce même point au delà de la crique Ouroupayo une belle granulite à amphibole forme un petit saut. Cette granulite est formée d'une masse feldspathique rose présentant, sur de grandes faces de clivages disposées à angle droit, des veinules quartzeuses et marquées de places en places par de grandes taches vertes ; on y remarque de gros cristaux de tourmaline, faisant saillie.

La figure 3 de la planche XI donne un dessin fort exact de cette granulite dessinée à la chambre claire, dans la lumière polarisée, les nicols étant à 15°.

Le microcline a envahi toute la roche ; les éléments anciens, hornblende et fer oxydulé, en sont enveloppés ; l'oligoclase est presque entièrement dissous ; c'est par petits lambeaux, par minces filets, qu'on le reconnaît au travers du réseau quadrillé caractéristique du microcline qui forme des plages très étendues, occupant tout le champ du microscope.

Les traînées quartzeuses que j'avais déjà signalées au milieu du microcline dans les granulites à amphibole des Seychelles (1), existent encore ici, mais elles appartiennent au quartz granulitique qui enveloppe le microcline, fait partie de sa venue, et se présente alors en mosaïque. Un orthose lamelleux, traversé par longs clivages longitudinaux, toujours mâclés suivant la loi de Carlsbad, accompagne le microcline avec lequel il s'accole en jouant le même rôle de dissolvant. Dans cette juxtaposition de l'orthose au microline, il est impossible de saisir une ligne de séparation tranchée entre les deux feldspaths ainsi accouplés, qui passent de l'un à l'autre par une transition insensible. Ce fait est en accord avec ce qu'on sait maintenant du rapprochement du microcline et de l'orthose, qui ne peuvent constituer deux espèces distinctes.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série., t. III, p. 270.

L'hornblende, enveloppée à l'état de débris dans le microcline, ou pressée dans les intervalles de ces cristaux, devait être au moment de sa consolidation en prismes raccourcis avec des mâcles multiples, car les sections suivant la zone ph^1 avec leurs clivages caractéristiques sont encore reconnaissables malgré les dislocations et les altérations subies. Dans quelques sections allongées le clivage h^1 apparaît, il est alors bien accusé par des oxydes de fer rougeâtres, de même que ceux *mm* qui prennent le caractère de véritables cassures. Une substance serpentineuse verdâtre, complètement amorphe, avec des cristaux d'épidote à mâcles multiples et fortement clivés, provient de la décomposition de l'amphibole, dont il ne reste plus parfois que le contour. Le fer oxydulé, peu abondant, a été transformé en hématite brune dans ces actions.

Quelques grandes sections de tourmaline très colorée sont à citer. La tourmaline se présente encore en quelques points, sous forme de petits prismes aiguillés, groupés par faisceaux accompagnant le quartz granulitique et jouant le rôle du mica blanc qui n'existe pas dans la roche.

Plus loin, en remontant toujours le fleuve, M. le docteur Crevaux a recueilli auprès de la crique Ingueraru, au saut Manoa, des échantillons d'un granite gneissique, assez remarquable.

Cette roche, où le mica noir très brillant est manifestement orienté et couché à plat, formant non pas des lits continus véritables, mais de petits amas lenticulaires, allongés et enchevêtrés, n'a plus l'apparence massive ni la texture grenue du granite franc ; le mode d'agrégation des éléments est tout différent : le quartz est en petits grains vitreux étirés; l'oligoclase également vitreux porte ses stries caractéristiques, l'orthose blanc et opaque prend des formes rectangulaires, et tous ces éléments réduits à de petites dimensions, paraissant chevaucher les uns au-dessus des autres, s'alignent en donnant à la roche un aspect rubanné.

Sous le microscope, on voit que le quartz est en grande partie granulitique, qu'il s'accompagne d'orthose et d'un peu de mica blanc. Il est bien évident que ces traînées dans lesquelles j'ai encore reconnu un peu de microcline sont absolument secondaires et doivent être attribuées à l'action des granulites situées dans le voisinage.

Les éléments anciens de la roche sont ainsi constitués : oligoclase bien strié, en cristaux brisés comme d'habitude, corrodés sur les bords quand ils sont atteints par le quartz granulitique et pénétrés par le mica blanc; orthose en fragments anguleux, nuageux et altérés; enfin quelques grandes plages de quartz granitique, avec du mica noir, entouré de fer oxydulé. Ce quartz ancien contient en grand nombre de longues et fines aiguilles de rutile qui forment comme un lacis dans les parties centrales des plages.

Au saut Manoa, ce granite gneissique est percé par une syénite qui diffère notablement de la précédente. Au contact, on reconnaît dans le granite un développement d'amphibole hornblende qui, très altérée, se transforme en partie en chlorite verte écailleuse, ou d'autres fois se prolonge à ses extrémités par des longs prismes cannelés, réunis en faisceaux incolores, mais prenant entre les nicols croisés des teintes vives et s'éteignant constamment suivant leur longueur; à ces caractères la sillimanite est bien reconnaissable. M. Michel-Lévy a depuis longtemps reconnu son existence dans les gneiss du Morvan, sous l'influence de la granulite, et a comparé cette action à la production du silicate d'alumine obtenu par M. H. Sainte-Claire Deville en faisant réagir le chlorure d'aluminium au rouge sur la silice (1).

Cette syénite est compacte, d'un beau rouge chair, piqueté de taches vertes. Un feldspath à clivages gras et rectangulaires en forme, pour ainsi dire, toute la masse, empâtant du quartz en noyaux vitreux arrondis avec des petits cristaux aiguillés d'amphibole, entourés d'une substance verte.

Un peu de mica noir altéré, une amphibole brune à grands clivages très accentués entourée de fer oxydulé et de sphène, de grandes plages d'orthose et d'oligoclase altérées à ce point que les bandes hémitropes de ce dernier se distinguent à peine, tels sont les éléments anciens de cette roche. Cet orthose est nuageux, ses plans de clivages sont écartés, et tapissés d'une multitude de petites aiguilles incolores, qui s'illuminent entre les nicols croisés et s'éteignent en long. En certains points ces petites aiguilles forment de véritables masses fibreuses qui envahissent une partie du cristal. M. Whitman Cross, dans l'étude qu'il vient de faire des roches éruptives de Bretagne provenant de la collection de M. de Limur (2), a signalé dans les oligoclases des roches à pyroxène de Roguedas des altérations semblables qu'il a rapportées à la *Wollastonite.*

---

(1) *Bull. Soc. Minéral. de France*, t. III, p. 30.

(2) Studien über bretonische Gesteine, min. und petrog. Mittheil. Bd. III, 1880.

Les aiguilles que je viens de signaler dans l'orthose de la syénite se comportent exactement comme celles étudiées et décrites par M. Cross, mais je n'ose les attribuer de même à la wollastonite. Cette transformation d'un feldspath potassique en un silicate de chaux presque pur, me paraît anormale. Les éléments anciens sont cimentés non plus par de l'orthose, comme dans les syénites habituelles, mais par du microcline associé à du quartz granulitique qui amène un peu de mica blanc. Une amphibole verte presque incolore et peu dichroïque se rapportant encore à l'hornblende, forme de grandes traînées fibreuses et comble les interstices des cristaux; elle est venue en dernier lieu et a donné de l'épidote et du sphène comme produit de décomposition.

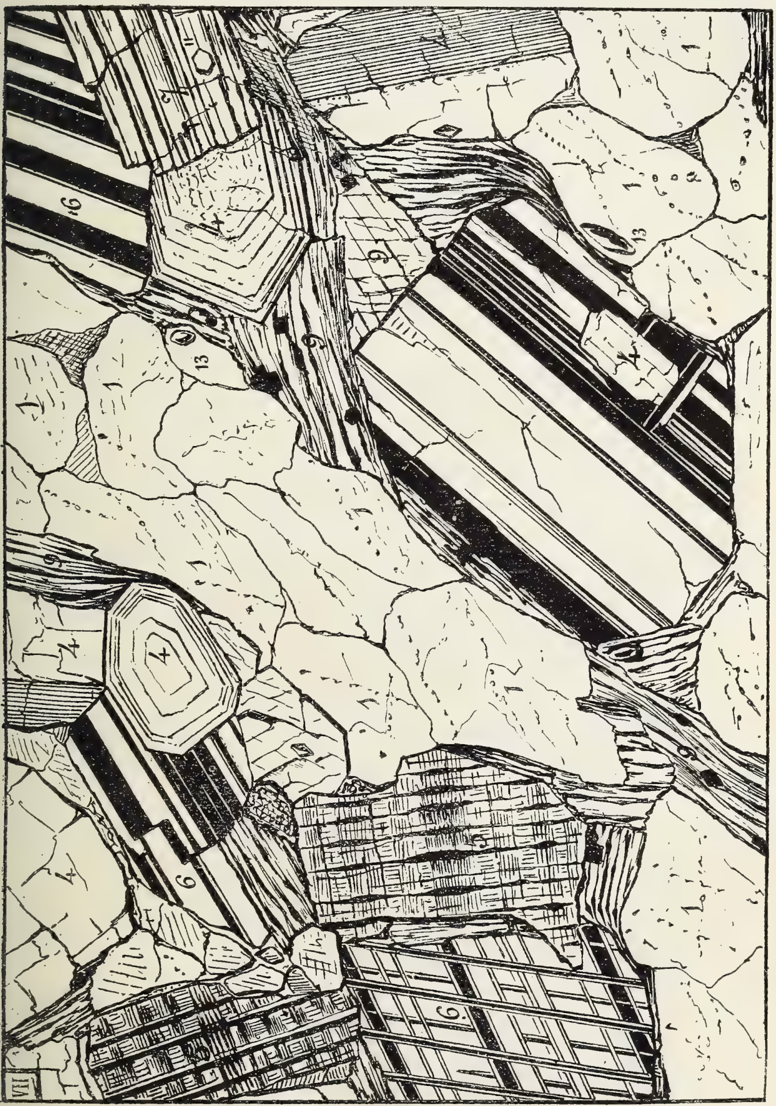
Les collections du docteur Crevaux comportent ensuite quelques fragments de granite à petits grains recueillis à diverses reprises entre le saut Manoa et le mont Tigre. Un grand épanchement granitique est donc à signaler en ce point, je ne connais pas son influence ; la région traversée par le fleuve est couverte de végétation, et les rives abaissées, n'ont pas permis à M. Crevaux de reconnaître les roches encaissantes.

Au mont Tigre, ainsi nommé parce que ces parages sont hantés par un grand nombre de ces dangereux animaux, le granite, creusé de grottes qui leur serveut de repaires, est marqué par un grand développement de cristaux glanduleux d'orthose rosé qui se présentent au microscope entourés d'une auréole de micropegmatite ; c'est là le seul fait qui soit à signaler dans ces roches qui se rapportent au granite franc. Il est encore attribuable à l'action de la granulite, du reste cette roche se présente un peu plus loin, entre les criques Ouarapourouton et Caracquar.

Cette granulite, comme toutes les roches éruptives du cours supérieur du fleuve, se charge d'amphibole. Elle est à petits éléments d'apparence grenue avec des tons rosés. L'amphibole y forme des taches noires, le mica blanc donne au voisinage du feldspath qui est nacré, des reflets irisés, et le quartz en petits grains bien transparents, fait saillie. C'est encore là une belle roche et son étude microscopique présente un grand intérêt (*pl.* XI *fig.* 1.) De beaux cristaux d'amphibole brune, peu altérés, entourés de fer oxydulé et de petit octaèdres de zircon colorés et très réfringents, se présentent sous l forme b^1, forment avec quelques parties d'orthose et d'oligoclase enveloppant du quartz hexagonal, les éléments anciens de la roche L'amphibole contient de l'apatite et de la magnétite. Les feldspath

ROCHES ÉRUPTIVES DE LA GUYANE

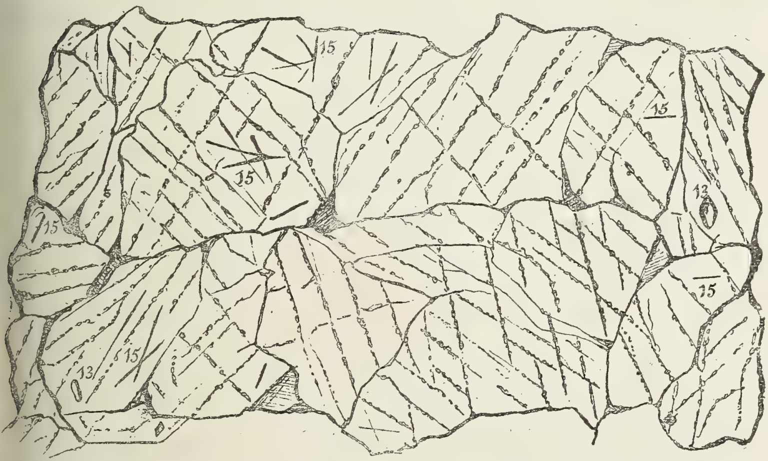
Bull. Soc. Géol. de France. 3^e série, t. IX, pl. XI.


16
13
13
9
9
9
4
4
6
6
VIII

Syénite du mont Yennarou.

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

sont brisés et très altérés. Le quartz lui-même est rendu nuageux par des files d'inclusions gazeuses punctiformes ou polyédriques qui s'entrecroisent un grand nombre de fois. Ces inclusions se font encore remarquer par leur disposition régulière ; elles s'alignent suivant deux directions, qui se coupent sous des angles aigus de 70 à 75°, et qui figurent de véritables lignes de clivages ; elles appartiendraient dans cette hypothèse aux clivages p et $e^{1/2}$ du quartz — à l'appui de ce fait, je dois dire que dans deux cas où les pointements pyramidaux de ce quartz étaient bien accusés, les files d'inclusions se sont montrées parallèles aux deux côtés de l'angle formé. Je n'ai reconnu dans aucune d'elles la moindre indication de libelle mobile ; ce fait, je crois, est à signaler, le quartz ancien dans les roches granitoïdes en présentant dans la grande majorité des cas.



nclusions gazeuses en traînées rectilignes, dans le quartz ancien de la granulite à amphibole de Caracquar.

Les éléments de seconde consolidation sont ici le microcline et le uartz granulitique avec un peu de muscovite en longues aiguilles adiées.

Dans cette nouvelle poussée cristalline, le microcline a été formé n premier lieu, ses cristaux larges et bien développés, aplatis suiant la base, enveloppant les cristaux anciens, ont été brisés ensuite t poussés en désordre, puis recimentés par le quartz granulitique ui s'est ainsi formé en dernier lieu, des dégagements fluorés ont mené la formation du mica blanc, et à cette date la décomposition es feldspaths ; car le mica blanc s'y est infiltré. Un beau quartz de corrosion pénétrant partout, même dans le quartz ancien, appartient aussi à cette dernière phase de consolidation.

A la distance de la côte où nous sommes maintenant, l'Oyapock est bien rétréci, sa largeur est à peine de 150 mètres, il coule sur une pente raide, entre des rives très encaissées : les chutes et les rapides deviennent très rapprochés. Au saut Pacouchin, le docteur Crevaux a recueilli des micaschistes à biotite très froissés, en grande partie altérés.

Ces micaschistes sont peu quartzeux, ils renferment du mica blanc, des grenats assez nombreux et du fer oxydulé qui donne lieu à une quantité considérable de limonite masquant tous les détails de structure de la roche.

Ils ne paraissent pas jouer là de rôle important, car les collections que j'ai entre les mains n'en possèdent qu'un seul échantillon.

Ces roches schisteuses laissent place à de nouvelles bandes de gneiss gris identiques à ceux que j'ai déjà décrits, mais comprenant alors en altenance plusieurs lits de cipolins serpentineux. La série gneissique supérieure se complète ainsi.

Aux alentours des Trois sauts, belle chute de 20 mètres de haut, qui n'est séparée du saut Pacouchin que par quelques kilomètres, de nouveaux gneiss à amphibole apparaissent très développés et percés par de larges filons de granulite qui se disposent en travers de la rivière en faisant saillie. Ce nouveau gneiss se fait remarquer par sa grande fraîcheur. Il est très schisteux, les cristaux d'hornblende y sont lamelleux, miroitants, imbriqués et disposés à plat comme les lamelles de mica dans les micaschistes. Le feldspath n'y apparait que sous forme de petites taches blanches sur les plans de schistosité et dans le sens perpendiculaire ne se traduit que par un filet blanc. Le quartz n'y est pas reconnaissable même à l'aide d'une forte loupe.

Au microscope, ce gneiss se montre au premier abord composé uniquement d'amphibole et d'oligoclase : ces deux minéraux d'une limpidité parfaite, en cristaux brisés, mais non froissés, avec des cassures nettes faites le plus souvent suivant les clivages des deux substances et donnant lieu à des sections polyédriques. Il faut beaucoup d'attention pour y trouver un peu d'orthose, reconnaissable à ses clivages rectangulaires fins, du quartz ancien en grains absolument vitreux exempts d'inclusions, enfin çà et là quelques gros zir cons, dont le relief est puissant, et de petits octaèdres de magnétite.

Aucun de ces éléments n'est altéré, la roche est franche d tout produit secondaire. Les arêtes des cristaux sont vives, tous ce éléments clastiques sont dans un état d'agrégation complet, aucu vide ne se fait entre eux ; leurs limites respectives sont fortement ac entuées par une ligne noire, sans trace d'oxydation. L'hornblende ui prédomine dans la roche revêt diverses formes : tantôt on la voit n sections losangiques marquées de clivages aigus, fins et réguliers ; a coloration est alors faible, d'un jaune verdâtre et le polychroïsme est peu prononcé ; tantôt elle est en petits prismes aiguillés d'un run très foncé. Mais sa forme la plus habituelle, celle qui donne à a roche sa schistosité, est celle de larges cristaux, allongés suivant $^1 g^1$, d'un beau vert foncé, très dichroïques et très peu clivés. Cette mphibole verte renferme des zircons en assez grand nombre, avec e l'apatite bien caractérisée.

Mais il n'en est pas de même de cette roche au contact de la graulite qui forme les Trois sauts. L'ordre que je viens d'indiquer dans a disposition des éléments est troublé ; les lits amphiboleux sont isloqués, un beau quartz de corrosion attaque tous ces cristaux, nême le quartz ancien, qui sont alors remplis de ses gouttelettes et énétrés sur leurs bords par ses palmures finement découpées. Les ristaux anciens d'amphibole, ceux dont les clivages sont si nomreux, sont attaqués, ils ont presque perdu leur action sur la lunière polarisée et de longs prismes cannelés de sillimanite, légèrenent jaunâtres, et fasciculés, naissent dans les parties décomposées. Ine seule coupe m'a montré du quartz granulitique dans ce gneiss nodifié ; ce quartz était alors accompagné de tourmaline en petits rismes aiguillés et disposés radialement autour de cristaux globueux, brunâtres, rugueux, à polarisation vive qui avaient tous les caactères du sphène.

La granulite qui produit toutes ces actions est encore pour ainsi lire composée uniquement par du microcline dont les plages quarillées, très élargies, sont traversées par des filonnets quartzeux, non lus transverses comme dans les granulites des Seychelles, mais ectilignes et se coupant à angle droit, suivant par conséquent les lans de mâcle dans la zone ph'.

Le mica blanc y est très dispersé, en petits cristaux allongés, solés, indistincts dans la lumière naturelle, à peine reconnaissables ntre les nicols croisés par ce qu'ils n'exercent sur la lumière polaisée qu'une action faible.

Parmi les éléments de la roche, composée principalement comme 'habitude d'orthose et de quartz hexagonal, on remarque un peu e mica noir, des sections fibreuses d'amphibole d'un vert clair très échiquetées, entourées de granulations opaques tout à fait compaables à ce que j'ai décrit dans les granulites à amphibole des Seyhelles. J'avais fait remarquer l'abondance du fer oxydulé dans celles e ces roches qui constituent l'îlot du Cerf, en même temps que les formes singulières données par les groupements multiples de ce minéral. Dans celle des Trois sauts, c'est le fer titané qui se présente, il y est peu abondant, mais ses formes sont tout à fait remarquables : les figures 2 de la planche X, qui les représentent ont été dessinées à la chambre claire.

A peu de distance des Trois sauts, en remontant, la rivière n'est plus navigable, les eaux sont basses à ce point que les pirogues mêmes ne peuvent y flotter. Les rives deviennent elles-mêmes basses et marécageuses et M. le Dr Crevaux a dû faire cette partie de la traversée à pied, rapidement, pour éviter les fièvres qu'il n'aurait pas manqué d'y contracter.

L'Oyapock, avons-nous dit, au voisinage de ses sources, se subdivise en une infinité de petites criques sinueuses qui descendent sur les flancs des Tumuc-Humac. Les deux principales de ces criques portent maintenant les noms de deux voyageurs, Leprieur et Leblond, qui ont tenté autrefois une exploration de l'Oyapock.

A la naissance de ces deux criques et par conséquent au pied des Tumuc-Humac, commencent les granulites blanches, à mica noir, qui forment la masse principale de cette petite chaine, et que j'ai décrites dans la première partie de ces notes géologiques sur la Guyane française publiées en 1879 dans le Bulletin (1). Ces roches sont encore ici très quartzeuses, chargées surtout de quartz ancien dihexaédrique. Elles sont en tous points semblables à celle de l'extrémité ouest de la chaîne et sont encore très quartzeuses. Le quartz ancien y abonde, avec cette particularité qu'il est très corrodé et rempli de longues aiguilles noires de rutile d'une tenacité extrême. Ce quartz renferme aussi beaucoup d'inclusions liquides, quelques-unes avec bulle mobile entraînant des petits cristaux cubiques attribuables au sel gemme, d'autres remplies d'aiguilles cristallines analogues à ces rapides qu'on voit dans les cellules de certains organismes végétaux.

Ces granulites doivent se trouver là enclavées ou supportées par des roches granitiques, car elles en entraînent des fragments, souvent volumineux. Le Dr Crevaux a recueilli à l'embouchure de la crique Leprieur un échantillon qui simule une véritable brèche granitique.

Les fragments de granite ainsi pincés dans la granulite sont fort intéressants à étudier en raison des modifications qu'ils ont subies. Ces fragments qui ont appartenu à un granite très micacé, sont injectés sur les bords de petites veinules qu'on reconnaît comme quartzeuses à la loupe.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VII, p. 388.

Au microscope, on voit tous les éléments habituels du granite, lisloqués, non plus dans cet état d'agrégation qui est si caractérisique, mais séparés pour ainsi dire les uns des autres et reliés par un iment composé de quartz granulitique, de microcline et d'un peu le mica blanc (Planche XII). Ce sont là les produits de seconde onsolidation de la granulite qui se sont ainsi injectés dans la roche ntraînée au moment de l'éruption, alors que ces parties étaient ncore à l'état fluide et en voie de se consolider. Ces traînées quarteuses ont en effet une apparence fluidale, elles charrient des petits lébris des cristaux anciens de la roche granitique et viennent les ccumuler contre les grands cristaux de la roche qui n'ont pas été ntraînés, mais qui sont alors brisés. La planche XII montre un xemple de ces actions. Le quartz de corrosion ne manque jamais lans aucun de ces fragments.

Je crois devoir insister, en terminant, sur l'intérêt que présentent es collections recueillies avec tant de soin par le Dr Crevaux, elles ous ont amené à la connaissance des principaux traits de la géologie d'une de nos colonies françaises qui, sous ce rapport, était comlètement inconnue.

LÉGENDE COMMUNE A TOUTES LES PLANCHES

1. *Quartz granitique.*
2. *Quartz granulitique.*
3. *Quartz de corrosion.*
4. *Crthose.*
5. *Microcline.*
6. *Oligoclase.*
7. *Mica noir.*
8. *Mica blanc.*
9. *Amphibole.*
10. *Fer oxydulé.*
11. *Néphéline.*
12. *Fer titané.*
13. *Zircon.*
14. *Sphène.*
15. *Rutile.*

Les cartes qui accompagnent cette description ont été gracieusement commuiquées à la Société géologique par la maison Hachette; elles sont extraites de relation que le Dr Crevaux a publiée de ses voyages dans le *Tour du Monde.*

M. de Lapparent donne lecture de la note suivante :

Synchronisme du **Turonien** *dans le* **Sud-Ouest** *et dans le* **Midi** *de la France*

par M. **H Arnaud.**

I

Quand, en 1873, M. Toucas, dans son Mémoire sur le Beausset, gnala pour la première fois l'intercalation, entre les bancs à *Hipputes organisans*, d'une faune d'Échinodermes jusque-là considérés mme spéciaux à la Craie supérieure, cette découverte dut éveiller de vives résistances dans l'esprit des géologues habitués à considérer les fossiles comme rigoureusement cantonnés dans les étroites limites verticales qui leur étaient assignées. Toutefois pour ceux qui n'hésitent pas à créer deux espèces, lorsque deux fossiles identiques se trouvent répartis dans deux étages, c'était l'affaire d'un simple changement de nom, en admettant que l'on fût contraint de subir la distribution verticale annoncée par l'auteur.

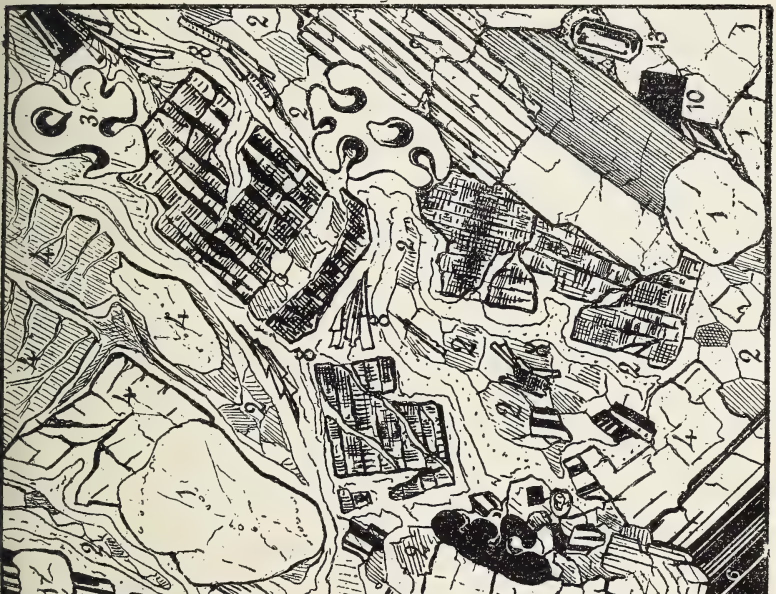
Il faut reconnaître que, depuis plusieurs années, ce système absolu a vu successivement décroître le nombre de ses adhérents ; à mesure que les observations se sont étendues et précises, il a bien fallu admettre une extension verticale des espèces plus considérable qu'on ne l'avait supposé d'abord, et par voie de conséquence, réunir dans une même espèce, sous peine de finir par substituer l'individu à l'espèce, des fossiles entre lesquels des différences secondaires ne permettent de créer que des variétés.

Des causes naturelles, nombreuses et variées, ont en effet, dans les périodes géologiques comme de nos jours, inégalement réparti les faunes ; la situation littorale ou pélagique, la profondeur des eaux la direction des courants, le climat même, dans une certaine mesure ont contribué à cette diversité ; d'un autre coté, le jeu incessan de la croûte terrestre, modifiant brusquement ou graduellement ces conditions, a sucessivement éteint ou chassé des catégories d'être dont l'existence était indissolublement liée à leur maintien.

Les dragages récemment opérés dans nos mers ont mis en relie l'influence imprévue qu'exercent sur les faunes ces divers éléments c'est ainsi que la faune du nord a été rencontrée dans le golfe d Gascogne dès que des profondeurs suffisantes ont pu être atteintes ces recherches ont montré que, non seulement à une même époque mais dans une même région, la faune varie selon des circonstance extérieures dont elle suit la diversité ; l'exhaussement ou l'affaissement du lit de la mer, la direction des courants, la nature des éléments qu'ils apportent avec eux, l'ouverture de communication nouvelles, la suppression de celles qui existaient antérieuremen attirent dans les bassins où se produisent ces phénomènes un faune appropriée à ces conditions, et chassent ou détruisent cell à laquelle elles sont contraires. Or ces changement brusques ou insensibles s'opèrent sans interruption ; ils créent, sur chaque point successivement, des situations nouvelles plus ou moins complètemen empruntées à celles des autres régions, qui à leur tour se modifien plus ou moins dans un sens inverse. De là résulte l'impossibilité d trouver dans des bassins distincts des faunes absolument identiques la différence sera plus ou moins accentuée suivant la diversité de

ROCHES ÉRUPTIVES DE LA GUYANE

Bull. Soc. Géol. de France. 3e série, t. IX, pl. XII.



Granite injecté par la granulite à la crique Leprieur.

BRITISH MUSEUM
[illegible] 30
NATURAL HISTORY

onditions biologiques, mais l'influence de ces conditions se traduira écessairement et laissera à chacun d'eux son empreinte.

Ces faits démontrés par l'observation expliquent comment certains éments des faunes se sont, sur quelques points, développés avant moment où ils apparaissent sur d'autres ; la théorie des colonies 'a pas d'autre origine : elles se créent par la juxtaposition d'orgaismes appelés à subir des influences extérieures, dont l'intensité ou *étruit*, ou *divise*, ou *déplace simultanément* leurs éléments.

Quand ces influences opèrent simultanément et dans le même ens sur deux bassins, les faunes se suivent parallèlement et le synhronisme en est facilement établi ; la question se complique lorsque action n'est ni simultanée ni identique et l'écart des faunes traduit ette diversité ; avec elle naissent pour le géologue les difficultés 'assimilation et il est nécessaire alors de chercher, au-dessus et au-essous de l'horizon controversé, des points de repère certains entre squels se resserre et se précise la comparaison poursuivie.

Pour les géologues habitués à l'étude des terrains et disposés à ubordonner la théorie au contrôle des faits, l'apparition anticipée es Échinodermes du Beausset n'avait donc rien qui dût surprendre. 'était un fait nouveau, mais qui ne devait pas porter atteinte à la lassification établie : M. Toucas l'avait admis lui-même, et le tableau ar lui dressé pages 4-5 de son mémoire maintenait cette classifiation.

L'attaque a été formulée en 1877 par M. Péron qui, reprenant au ujet des marnes à Échinides de l'Aude la théorie de Reynès, en a roposé l'attribution à la Craie supérieure.

Séduit par cette théorie rajeunie, M. Toucas l'a vivement adoptée , dans un mémoire riche d'observations et de faits, vient de lui rêter un nouvel appui. Ce rappel m'a déterminé à reprendre l'étude la question et à rechercher quelles modifications peut apporter x constatations et aux conclusions antérieures le travail de notre norable confrère.

Bien que produite sous une forme différente et appuyée de faits us détaillés, la note de M. Toucas repose au fond sur les mêmes opositions que celles de M. Péron :

1° Caractère sénonien de la faune des marnes à Echinides;

2° Unité des étages angoumien et provencien du S. O. ;

3° Synchronisme des marnes à Echinides du midi et du Sénonien férieur du S. O.

J'ai discuté antérieurement (1) ces trois propositions ; je ne veux

---

1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 233 et suivantes.

pas reproduire cette discussion dont les éléments sont consignés au Bulletin ; je me bornerai à suivre mon confrère sur le terrain de sa dernière note, dans l'étude des nouveaux arguments qu'il a présentés.

Avant d'aborder le débat il convient d'en préciser l'objet ; prenons pour type la coupe de la Cadière telle qu'elle est détaillée par M. Toucas (1).

Elle comprend d'après son auteur trois divisions principales :

I. Craie de Touraine : couches 1. 2. 3.
II. Angoumien, 1^er^ niveau à Hippurites : couches 4-7.
III Sénonien, 2^e^, 3^e^, 4^e^ niveaux à Hippurites : couches 8-22.

Ce dernier groupe se décompose de la manière suivante :

A. Marnes à Echinides, couches 8-11 ;
  2^e^ niveau à Hippurites, 12.
B. Calcaire à Actéonelles, couche 13 ;
  3^e^ niveau à Hippurites, 14.
C. Marnes et calcaires à empreintes végétales, calc. marneux à *Radiolites fissicostatus*, *Sph. Coquandi*, couches 15-18 ;
  4^e^ niveau à Hippurites, 19 ;
  bancs à *O. acutirostris*, 20.

La question qui nous divise se formule en ces termes : l'ensemble des couches 8-20 doit-il être scindé en deux horizons comprenant : le 1^er^, les couches 8-14 : étage provencien ; le 2^e^, les couches 15-20 : étage sénonien ?

Pour combattre cette division mon honorable confrère se fonde sur trois ordres de faits :

Puissance des couches ;
Observations stratigraphiques ;
Constitution des faunes ;

Pour en aborder utilement l'étude dans les régions du Var et de l'Aude, objet de ses observations, il est nécessaire de dresser deux tableaux présentant l'un le parallélisme des coupes décrites, tel qu'il est établi aux mémoires de MM. Péron et Toucas, l'autre la répartition des faunes suivant chacune des couches distinguées par ces auteurs. Avant de me former une opinion j'ai dressé ces deux tableaux que leur étendue ne permet pas de reproduire *in extenso* dans le Bulletin, mais dont la partie stratigraphique est résumée dans le tableau 1.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e^ série, t. VIII, p. 66-71.

Tableau **1.**

PARALLÉLISME DES COUPES DU VAR ET DE L'AUDE

LA CADIÈRE			**1.** LE LINAS			**2.** LAUZADEL	**3.** LES CLOUTETS	**4.** LAC BARRENC			**5.** LES CORNES			**6.** LA SALS	**7.** LES CAPITAINES	**8.** SOULAGE		
N° d'ordre	Puissance de chaque couche	Puissance totale	N° d'ordre	Puissance de chaque couche	Puissance totale	N° d'ordre	N° d'ordre	N° d'ordre	Puissance de chaque couche	Puissance totale	N° d'ordre	Puissance de chaque couche	Puissance totale	N° d'ordre	N° d'ordre	N° d'ordre	Puissance de chaque couche	Puissance totale
8	80^m		13	5^m		2		1	5^m		2	4^m			8	2	4^m	
											3	3^m	7^m					
											4	2^m	9^m					
9	?															3	14^m	18^m
																4	2^m	20^m
10	60^m	140^m	14	15^m	20^m	3		2	15^m	20^m	5	8^m	17^m	1		5	2^m	22^m
11	50^m	190^m	15	30^m	50^m	4		3	25^m	45^m	6	25^m	42^m	2	9	6	1^m	23^m
12	20^m	210^m	16	10^m	60^m	5	16	4	5^m	50^m	7	5^m	47^m	3	10			
13	18^m	228^m	17			6	17	5	30^m	80^m	8	25^m	72^m	4	11			
							18											
							19											
14	2^m	**230^m**				7		6	3^m	**83^m**	9	4^m	**76^m**					
15	3^m							7			10			5				
16	8^m													6				
17	4^m										11			7				
18	6^m										12							
19	2^m																	
20	4^m																	
21	3^m																	

Puissance des couches.

Je devrais peut-être négliger cet ordre de considérations, car la puissance des couches d'un bassin ne peut légitimement entrer en en parallèle avec celle des autres : les mêmes causes qui font varier les faunes influent sur la puissance des assises; l'existence même de couches contemporaines ne peut être affirmée *à priori*, soit par ce que certains points du lit des mers ne retiennent aucun dépôt, ainsi que le montre l'étude des mers actuelles, soit par ce que la surface terrestre ne s'est pas trouvée entièrement et simultanément sous les eaux.

L'observation prouve d'ailleurs que, dans un même bassin, la puissance de couches contemporaines est éminemment variable : les travaux de MM. Hébert et Toucas sur le bassin d'Uchaux (voy. notamment le tableau synchronique, p. 69), ont révélé, dans cette région, des écarts extraordinaires ; il en est de même de la coupe de la Cadière, rapprochée de celle des Corbières, dont la puissance est déterminée par M. Toucas : à la Cadière les couches 8-14 (sans tenir compte de la couche 9 non mesurée) atteignent une épaisseur totale de 230^{m}., tandis que les coupes 4 et 5 des Corbières n'atteignent que 83 et 76 mètres. Cet écart n'empêche pas, et avec raison, M. Toucas de maintenir le parallélisme de ses coupes ; il n'y a donc pas lieu *à fortiori* de raisonner autrement dans le parallélisme des autres bassins.

Mais s'il convient de ne pas baser sur un égal nombre de mètres le parallélisme des couches dans des bassins divers, il est un autre aspect sous lequel doit être envisagée cette puissance considérée dans un même bassin et sur un même point.

La coupe de la Cadière en offre la preuve.

Si l'on recherche les conditions de dépôt qui ont présidé d'une part aux couches 8-14, d'autre part à celles qui leur succèdent, on est frappé de voir les premières constitués par des assises d'une puissance relativement considérable, 20 à 80 mètres, à l'exception de la couche 14 qui annonce une modification imminente ; tandis que les couches 15-22, au contraire, constituées par des bancs relativement exigus, contrastent avec les précédentes et se chiffrent par 2, 3, 4, mètres, une seule atteignant le maximum de 8 mètres.

Observations stratigraphiques.

Les considérations qui précèdent se rattachent directement aux observations stratigraphiques ; elles démontrent la diversité des conditions de dépôt au-dessus et au-dessous de la ligne de démarcation tracée par d'Orbigny et qui trouve son explication dans l'existence d'une zone arénacée avec empreintes végétales, intercalée entre les couches 14 et 15.

Eléments des faunes.

La faune doit, comme la stratigraphie, être étudiée dans les couches 8-14 d'une part et dans les couches 15-22 de l'autre.

Le premier niveau renferme incontestablement un nombre important d'espèces communes au Sénonien ; que l'on en discute et élimine, si l'on veut, quelques-unes, il en restera toujours assez pour que le faciès sénonien subsiste ; mais ce faciès, il ne faut pas le perdre de vue, n'est pas exclusif. A côté de fossiles qui n'étaient jusque-là attribués qu'au Sénonien, persistent des espèces incontestablement turoniennes, spéciales aux terrains classés sous ce nom par d'Orbigny, telles que *Nautilus Sowerbyanus*, *Pleurotomaria Galliennéi*, *Arca Noueliana*, et, parmi les Rudistes, *Hippurites organisans*, *H. cornuvaccinum*, *Radiolites angulosus*, *Sphœrulites Sauvagesi*, *Plagioptychus Coquandi*, etc. Parmi les Polypiers, les genres massifs, Disastrées, Syrrastrées et Polyastrées, caractéristiques du niveau inférieur, couches 8-14, se sont éteints avec lui.

De l'étude détaillée de la première zone résulte donc cette double constatation :

1° Mélange d'espèces turoniennes et d'espèces sénoniennes ;

2° Extinction des premières à la limite supérieure de cette zone.

Si l'on applique la même étude au niveau supérieur, couches 15-22, on constate :

1° Au début, l'existence d'une mer déserte, attendant son repeuplement d'une faune embryonnaire qui seule y a laissé ses traces ;

2° Plus haut, l'absence non moins étonnante d'une importante fraction de la faune sénonienne et notamment des Échinodermes prématurément apparus dans le niveau inférieur ;

3° L'extinction des Rudistes, à l'exception des *Radiolites fissicostatus* et *Sphœrulites Coquandi*, et la *substitution aux immenses bancs du niveau inférieur* de *rares et solitaires individus.*

4° Enfin, parmi les Monastrées, la prééminence de familles jusque-là inconnues, telles que les Turbinoliens, sur les Trochosmiliens dont l'épanouissement luxuriant caractérise le niveau inférieur.

Telles sont les observations qui se dégagent des travaux de nos honorables confrères ; elles semblent indiquer l'existence de deux régimes bien distincts, dans la période considérée par eux comme homogène des niveaux supérieurs à Hippurites, 2^e^, 3^e^ et 4^e^ niveaux

Ces observations amènent naturellement la question suivante :

Qu'est-ce qui caractérise une limite d'étage ?

Est-ce l'apparition d'espèces nouvelles ou l'extinction de celles qui les ont précédées dans l'ordre d'apparition ?

Si cette question n'est pas traitée dans les travaux de nos savants confrères, elle y est implicitement résolue par leurs conclusions qui attribuent la prééminence à la faune nouvelle. Pour moi, je ne crois pas qu'elle soit susceptible de recevoir une solution absolue, les caractères de la faune ne constituent que l'un des éléments de la détermination des étages ; lorsque l'arrivée de la faune nouvelle coïncide avec la disparition de l'ancienne, on reconnaît justement l'interposition d'un événement concordant avec l'interruption des dépôts ; mais si l'un de ces élément fait défaut, à quel signe reconnaître la supériorité de l'autre ? Est-ce au nombre des espèces appartenant à l'une ou à l'autre de ces faunes ? Est-ce plutôt aux familles ? J'avoue que le choix me semble difficile à justifier. Pour MM. Péron et Toucas « les « niveaux de Rudistes doivent être considérés comme de véritables « dépôts accidentels » (1) ; il paraîtrait naturel d'en tirer cette conséquence qu'ils ne peuvent entrer en ligne de compte dans la classification des étages.

Sans vouloir exagérer l'importance des Rudistes, je ne pourrais souscrire à cette conclusion ; sans doute leur absence peut, sur certains points, faire naître de sérieuses difficultés pour l'établissement du parallélisme de couches caractérisées par des faunes différentes ; La Craie du Nord en offre un exemple ; mais partout où ils existent, ls fournissent des points de repère précieux et j'estime qu'il serait mprudent de négliger leurs indications. L'utilité en est surtout manifeste s'il s'agit d'établir le synchronisme de couches appartenant à des régions distinctes, où ils se sont développés : leurs conditions d'existence à raison même de leur spécialité (fixité et niveau sous les eaux) leur ont imprimé une sensibilité qui traduit fidèlement les vénements au milieu desquels ils ont vécu ; ils sont en quelque orte les photographes de leurs époques, et, si ces artistes n'ont pas péré partout, ce n'est pas une raison pour rejeter sans examen les aces concordantes imprimées par leur passage.

En constatant cette sensibilité, je n'entends pas toutefois l'exagérer : supérieure à celle de beaucoup d'autres familles, elle ne va pas squ'à faire, au moindre ébranlement, disparaître les espèces sans prit de retour ; je me borne à constater que leurs vicissitudes trauisent exactement les événements dont les régions qu'ils habitent nt été le théâtre.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. V. p. 498.

En est-il de même des autres familles? La plupart trouvent dans leur mobilité un moyen de fuir les effets des révolutions ; d'autres, parmi les fixes, sont douées d'une faculté supérieure d'adaptation à des conditions nouvelles ; les Ostracées par exemple, comme les Limes (je cite ces genres qui pourvus de leur test offrent une plus grande certitude de détermination) passent, dans le S.-O., du Carentonien inférieur (grès lignitifères) au Danien (Dordonien, Coq.) ; nombre d'Échinodermes offrent une évolution non moins étendue ; j'ai déjà cité *Orthopsis miliaris* qui part des bancs inférieurs à Icthyosarcolithes et monte jusqu'au Dordonien ; les Échinides du Carentonien inférieur reparaissent dans le Ligérien inférieur. Dans le Coniacien, j'ai recueilli un *Anorthopygus* que M. Cotteau n'a pas distingué d'*A. orbicularis ;* je pourrais multiplier ces exemples ; il suffit de les indiquer pour montrer que l'attribution première d'un fossile à tel ou tel étage où il a été trouvé pour la première fois, ne doit pas suffire à le faire considérer comme caractéristique de ce niveau.

Cette observation paraît trouver une nouvelle confirmation dans cette circonstance que la faune à faciès sénonien (Gastéropodes et Lamellibranches), dont l'intercalation entre les bancs à *Radiolites cornupastoris* du midi et les calcaires supérieurs à Hippurites motive la classification proposée par nos confrères, descend dans le S.-O. *au-dessous* des calcaires à *Radiolites cornupastoris*, jusque dans l'Angoumien inférieur qui lui-même a reçu du Ligérien un certain nombre de ses représentants. L'admission des principes générateurs de la théorie nouvelle conduirait logiquement à encadrer dans un même groupe l'Angoumien, le Ligérien et le Carentonien ; et comme ces horizons ont un nombre important d'espèces qui remontent dans la Craie supérieure, après y avoir rattaché les calcaires à Échinides et à Hippurites du midi, à y comprendre le Santonien, le Campanien et le Danien. Il suffit d'énoncer un tel résultat et de le comparer aux tendances actuelles de l'esprit scientifique.

Je ne trouve donc pas dans les faits observés de motifs suffisants pour déplacer le point de départ de la Craie supérieure : je ne puis me séparer de l'opinion de d'Orbigny qui le fixe au-dessus des derniers bancs à *Hippurites organisans* et *Hippurites cornuvaccinum*, entre les couches 14 et 15 de la coupe de la Cadière.

Les assises qui supportent ces couches dans le Var et l'Aude, sont-elles le représentant du Provencien?

Et d'abord qu'est-ce que le Provencien?

Le Provencien a été créé en 1856 par M. Coquand, pour les couches comprises, dans le bassin du S.-O., entre les bancs à *Radiolites lum-*

bricalis d'une part et les grès à *O. plicifera* (*O. auricularis*, Brongn.) de l'autre (1).

C'est donc au S.-O. qu'appartient le type de l'étage.

Postérieurement divers travaux en ont recherché l'extension aux autres bassins : contestées ou acceptées dans leurs résultats, ces recherches n'ont eu pour but et n'ont pu avoir pour conséquence que des rapprochements ; elles laissent intact le type tel qu'il a été primitivement établi.

La séparation du Provencien et de l'Angoumien est elle légitime?

Je ne reproduirai pas les considérations développées dans la note du 18 février 1878, p. 235-239; il suffit d'y renvoyer; elles se résument par la démonstration de trois points :

1° Transgressivité de l'étage provencien sur les divers étages angoumiens ;

2° Substitution de l'élément marneux et arénacé aux calcaires de l'étage précédent ;

3° Apparition de nouveaux Rudistes.

Le Provencien doit-il être distingué du Coniacien (Sénonien inféieur)?

L'affirmative se déduit des mêmes observations :

1° Transgressivité du Coniacien sur les divers étages provenciens ;

2° Persistance jusqu'au sommet du Provencien de fossiles spéiaux à la Craie moyenne ;

3° Apparition dans le Coniacien d'une nouvelle faune.

Il paraît donc difficile, si l'on soumet à l'épreuve de l'observation irecte le Provencien type, le Provencien du S.-O., de n'en pas reonnaître l'indépendance.

Il ne faut pas croire, d'ailleurs, ainsi qu'il paraît résulter de la note e M. Toucas, p. 73-74, que la faune de cet étage se borne à *Hippuites organisans*, *H. cornuvaccinum*, *Sph. Sauvagesi*. On pourra se conaincre du contraire si l'on veut bien se rapporter au Mémoire que Société a publié avant la naissance de la question des calcaires à ippurites (2). On y verra notamment signalés parmi les Rudistes : *ad. angulosus* avec ses variétés, *R. quadratus*, *R. irregularis*, *Hipp. ilatatus*, *Sph. sinuatus*, *Sph. Toucasi*, *Sph. Coquandi*, *Plagioptychus oquandi*, etc. J'ai adressé, il y a plus de dix ans, à M. Coquand des amellibranches et des Gastéropodes provenciens avec les mêmes pèces coniaciennes, en lui en signalant l'identité, et en insistant r la nécessité de ne pas admettre un renouvellement intégral de une à chaque étage.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XIV, p. 81 et 852.

(2) *Mém. Soc. Géol.*, 2e série, t. IX, no IV, p. 17-26, 66-79.

Considérée dans son ensemble la faune provencienne du S.-O. comme celle du midi, se caractérise par l'abondance des Rudistes, des Polypiers massifs, des Actéonelles.

Tel est le Provencien type.

A quoi correspondent les couches 8-14 de la Cadière et les assises parallèles de l'Aude? Sont-elles contemporaines du Provencien ou de la Craie supérieure? Pour le rechercher, comparons les deux bassins sous les divers rapports envisagés par nos confrères.

Puissance des couches.

Je ne reviendrai pas sur les considérations que j'ai déjà présentées à ce sujet : elles se trouvent confirmées par les observations de M. Péron (1) qui signale le développement graduel et successif du Turonien, quand on s'avance de de l'Aquitaine vers l'Aude et la Provence, et en même temps l'acroissement de richesse et le dédoublement des faunes : chaque bassin a vu la nature et la puissance de ses dépôts varier suivant les conditions qui y ont présidé; il me paraît inutile d'insister sur ce point et de discuter l'argumentation basée sur la différence de puissance, tant qu'elle n'aura pas pour point de départ l'identité préalablement démontrée des conditions toujours multiples de dépôt.

Stratigraphie.

Dans le S.-O. comme dans le midi, le Provencien se distingue de l'Angoumien par l'invasion des *marnes* et des *grès* qui succèdent aux *calcaires* de l'étage précédent; la faune varie avec la nature des dépôts: les régions calcaires sont presque exclusivement peuplées de Rudistes, de Chames et de Polypiers; les régions marno-arénacées plus riches en Gastéropodes, Lamellibranches et Échinodermes. Les marnes à *Sphærulites sinuatus* qui couronnent l'étage, associent ces faunes mieux séparées aux autres niveaux.

Avec la fin de ces marnes s'éteint brusquement la faune des Hippurites, dont le maximum de développement caractérise l'étage provencien. L'événement général qui y a mis fin et se traduit sur toute l'étendue du bassin tant par la transgressivité que par la différence des caractères minéralogiques du dépôt postérieur, en a ouvert l'accès à des espèces qui n'y avaient pas encore fait leur première apparition.

Le Sénonien inférieur (Coniacien-Santonien) ne présente plus que des Rudistes rares et disséminés à la place des bancs si universellement accusés dans l'étage provencien.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. V, p. 495.

Il est difficile de contester l'identité de ces phénomènes généraux avec ceux qui se sont produits dans le midi de la France.

Constitution des faunes.

Qu'il y ait entre le Provencien tel qu'il a été délimité et le Sénonien inférieur une communauté plus ou moins étendue de Gastéropodes et de Lamellibranches, c'est un fait incontestable qui se produit dans le S.-O. aussi bien que dans le midi ; les Échinodermes ne s'y comportent pas autrement, sans parler d'*Orthopsis miliaris* qui traverse la Craie de la base au sommet, *Hemiaster nasutulus*, *Holectypus turonensis* ont été par moi recueillis dans le Provencien avec *Micraster laxoporus*, qui descend jusqu'à la base de l'Angoumien; ils offrent même sur les espèces du midi cet avantage d'occuper en même temps, dans le S.-O., les étages supérieurs au Provencien ; c'est cependant à l'Angoumien que M. Toucas rattache dans le S.-O. ce dernier horizon. La communauté de station dans le Provencien et le Sénonien serait-elle une raison pour confondre les couches qui es recèlent? Je ne le pense pas; il ne faut pas plus supprimer, dans un sens, les fossiles *communs* que dans le sens contraire, les fossiles *péciaux*. Or, ainsi que je l'ai fait remarquer, dans le Provencien du midi, les uns et les autres sont associés; où chercher le critérium 'une préférence légitime? Pour moi, ce n'est pas dans la présence e tel ou tel fossile, c'est dans l'étude des caractères généraux des aunes, dans l'ensemble des phénomènes qu'elles traduisent. Or, si on envisage les faunes à ce point de vue général, on est frappé de identité des conditions qui, dans le S.-O., comme dans le midi, ont résidé à leur évolution.

Au-dessus des calcaires angoumiens, naissent des bancs puissants, machelliques, plusieurs fois répétés, de Rudistes d'espèces identiues : *Hippurites dilatatus*, *Sph. sinuatus*. *Sph. Toucasi*, *Sph. radiosus*, *ad. angulosus*, *Plagioptychus Coquandi*, etc., qui, dans le S.-O. comme ans le midi, prennent fin avec les *Hipp. organisans* et *H. cornuvaccium*, et sont associés aux Polypiers massifs et aux Chames qui donent à l'étage sa physionomie typique. Dans le S.-O., le Provencien nsi déterminé se détache mieux encore de la Craie supérieure ar la persistance de *Periaster oblongus*, *Periaster Verneuilli*, jusqu'au mmet des marnes à *Sph. sinuatus* qu'ils ne franchissent pas.

La faune du Provencien, isolé des niveaux supérieurs, montre donc ne frappante analogie dans les deux bassins comparés, si l'on erche à en embrasser l'ensemble.

Elle est une en réalité par son origine, par son développement, par sa fin; des deux côtés elle a été atteinte par un même événement dont les effets se sont diversement traduits dans chaque bassin : en effet, tandis que le Provencien, constitué dans le midi par des assises d'une puissance et d'une richesse exceptionnelles, n'est représenté dans le S.-O. que par des roches plus pauvres ou rebelles par leur nature aux investigations du paléontologiste, la Craie supérieure, par suite du mouvement de bascule qui les a simultanément affectés, suit, dans l'un et l'autre bassin, un développement inverse. Ce changement n'a pas toutefois modifié l'ordre de succession des faunes, et le parallélisme établi pour le Provencien, loin d'être ébranlé, est au contraire confirmé par la comparaison des assises supérieures qui fournissent ainsi, avec l'Angoumien, les deux points de repère dont j'ai indiqué l'utilité au début de cette note.

Les horizons supérieurs à l'Angoumien peuvent en effet être synchronisés par le tableau ci-joint (tableau n° II).

Les beaux travaux dont la Provence a été l'objet, expliquent suffisamment la marche des phénomènes qui se sont succédé dans le midi de la France : dans le S.-O. comme dans le midi, l'étage provencien a pris fin par la formation d'une ride terrestre qui, inaugurant le travail d'exhaussement de la région méridionale, répond par un phénomène corrélatif à l'affaissement du bassin du S.-O.; la nature des dépôts arénacés qui marquent le début de la Craie supérieure, les modifications organiques correspondantes, en attestent la simultanéité dans les deux régions. Uchaux a été subitement et complètement émergé, (tableau de M. Toucas, col. 2.) Demeurée sous les eaux, la Provence a subi la progression du mouvement ascensionnel provoqué au début du Sénonien : graduellement soulevé, le lit des mers n'a reçu que des dépôts successivement affaiblis, jusqu'au moment où, affleurant le niveau terrestre, l'océan est entré en contact avec les eaux douces. Un nouveau frémissement, inaugurant le Campanien, a définitivement dépossédé la mer de son empire. Or, l'indépendance constatée des lacs impliquant l'existence de rivages assez étendus et assez élevés pour les soustraire à l'action de l'océan, ce n'est pas, dans cette région exondée, ailleurs que dans les dépôts d'eau douce de la Provence, si bien étudiés par M. Matheron, qu'il convient de rechercher le Campanien. L'extension des rivages, le retrait de la mer avaient déjà affecté les Corbières et n'ont pas permis la formation de dépôts corrélatifs au Santonien proprement dit et au Campanien, ce n'est que par l'effet d'un mouvement postérieur que la mer a été rappelée à l'ouest, dans la région pyrénéenne, à l'avènement du Danien.

Tableau 2.

		BASSIN DU SUD-OUEST		LA CADIÈRE	CORBIÈRES	
DANIEN					Calcaires blancs. Argiles rouges.	GARUMNIEN
	S	Sables, grès, poudingue, avec *Rad. Bournoni*, *R. ingens*, *Claviaster cornutus*, etc.			Sables et grès d'Alet.	
	R	Calcaires jaunes à *Hemipneustes* : *Faujasia Faujasi*, *Hemiaster Prunella*, *Cassidulus Lapiscancri*, *Hipp. radiosus*, *Rad. Jouannetti*, etc.				
	Q	Calcaire glauconieux, gris ou bleuâtre, avec *Orbitolites media*, *Conoclypeus Leskei*, *Exog. Pyrenaïca*, etc.				
CAMPANIEN	P³	Calcaire blanc ou gris, gelif : *Micraster Glyphus*, *Offaster piluta*, *Ost. semi plana*, *Crania Ignabergensis*, etc.				
	P²	Calcaire gris avec cordons siliceux : *Belemnitella quadrata*, etc.				
	P¹	Calcaire gris bleuâtre à silex : *Hippur. Arnaudi.*				
SANTONIEN	N²	Calcaire et grès à *O. acutirostris*, *Conoclypeus ovum*, etc.	21 22 20	Couches saumâtres. Calcaire marneux pétri d'*O. acutirostris*.		
	N¹	Banc marneux à *O. vesicularis* et *O, proboscidœa*.				
	M²	Calcaire marneux ou arénacé : *Botryopygus Toucasi*, *Hipp. radiosus?* (1) *Sph.*, *Coquandi*, etc.	19	Calcaire légèrement marneux : *Botryopygus Toucasi*, *Hipp.* voisines d'*H. dilatatus.*		
	M¹	Calcaire marneux noduleux : *Rhynch. Eudesi*, *Nerinea bisulcata*, *Lima ovata*, etc.	18	Calcaire marneux noduleux : *Nerinea bisulcata*, *Lima ovata*, *Sph. Coquandi*, etc.		
CONIACIEN	L²	Calcaire glauconieux : *Cidaris pseudopistillum*, *C. subvesiculosa*, *Pentacrinus carinatus*, *Rhynch. deformis*, *Micraster brevis*, *var. Turonensis*, *O. plicifera.*	17	Marnes grises avec concrétions crayeuses : *Cidaris pseudopistillum*, *C. subvesiculosa*, *Pentacrinus carinatus*, *Rh. deformis*, *O. plicifera.*	Grès marneux.	
	L¹	Calcaire noduleux : *Rhynch. Baugasi*, *Cyphosoma Ameliæ*, *Hemiaster stella*, etc.	16	Calcaire et marnes alternant avec calcaire en plaquettes.		
	K	Marnes avec *O. spinosa*, *Rhynch. petrocoriensis*, grès glauconieux ferrugineux avec traces de succin.	15	Calcaire marneux et marnes grises avec *O. spinosa.* Empreintes végétales; grès ferrugineux.	Marnes bleues du Moulin-Tiffou. Grès marneux et ferrugineux.	
PROVENCIEN	I	Calcaire marneux pétri de Rudistes et de Polypiers.	14	Calcaire marneux pétri de Rudistes et de Polypiers.	Calcaire marneux pétri de Rudistes et de Polypiers.	
		Hipp. organisans, *H. cornuvaccinum*, *Hipp. dilatatus*; *Sph. sinuatus*, *Sph. Toucasi*, *Sph. Sauvagesi*, *Rad. angulosus*, *Monopleura...* *Tereb. Nanclasi*, *Cidaris subvesiculosa*, *Orthop. miliaris*, *Periaster oblongus*, *P. Verneuilli*, *Lamellibranches*, *Gastéropodes*, etc.		*Hipp. organisans*, *H. cornuvaccinum*, *H. bioculatus*, *H. dilatatus*, *Sph. squammosus*, *Rad. aculicostatus.*	*Hipp. organisans*, *H. cornuvaccinum*, *H. sulcatus*, *Sph. Sauvagesi.*	
			13	Grès et marnes sableuses à Échinides : *Cid. pseudopistillum*, *C. subvesiculosa*, *Cid. sceptrifera.*	Marnes bleues de Sougraigne et grès jaunâtres.	
	H²	Calcaire compact avec *Hipp. organisans*, *H. cornuvaccinum*, *Sph. radiosus*, *Sph. Sauvagesi*, *Rad. angulosus*, *Plagioptychus Coquandi*, Polypiers massifs, Actéonelles, Nérinées.	12	Calcaires alternativement compacts et marneux : *Hipp. organisans*, *H. cornuvaccinum*, *H. dilatatus*, *H. canalicatus*, *Sph. Toucasi*, *Rad. angulosus*, *Plagioptychus Coquandi* : Polypiers massifs, Actéonelles et Nérinées.	Calcaires compacts avec *Hippurites organisans*, *Hipp. cornuvaccinum*, *H. bioculatus*, etc.	MARNES À ÉCHINIDES
	H¹	Calcaires tendres à Rudistes : *Hippurites organisans*, *H. cornuvaccinum*, *Rad. angulosus*, *Sph. Pousianus*, Polypiers massifs, Actéonelles, Nérinées, calcaires marneux, etc.	11	Marnes sableuses et grès.	Marnes, calcaires marneux, grès.	
			10	Marnes bleues et calcaires marneux. Céphalopodes, Gastéropodes, Lamellibranches. *Cidaris subvesiculosa*, *C. sceptrifera*, *C. clavigera*, *Micraster brevis* (*Var. cortestudinarium*), etc.	Calcaire marneux noduleux : *Micraster brevis*, *M. Matheroni*, *M. Gibbus*, *Holaster integer*, *Echinocorys vulgaris*, *Echinoconus conicus*, *Spondylus spinosus*, etc.	
		Grès argileux du midi de la Dordogne, du Lot-et-Garonne et du Lot, avec Gastéropodes, Lamellibranches, *Orthopsis*, *miliaris*, *Holectypus Turonensis*, *Catopygus obtusus*, etc.	9	Calcaire marneux noduleux avec rognons de limonite : *Micraster brevis*, *M. Matheroni*, *M. Gibbus.*	Marnes schisteuses et calcaire marneux.	
			8	Grès à *Micraster brevis*, *Holaster integer*, *Echinocorys vulgaris*, Cephalopodes, etc.	Grès jaune marneux avec *Micraster brevis*, *Cidaris sceptrifera*, *C. subvesiculosa*, *C. clavigera*, *C. Gibberula*, *C. Jouannetti*, Céphalopodes.	
		Calcaires angoumiens.		Calcaires angoumiens.	Calcaires angoumiens.	

(1) C'est cette espèce qui a servi de type à l'*H. cornuvaccinum*, Bronn.

Chacun des bassins du S.-O. et du midi présente ainsi, dans la trace fidèlement conservée des événements qui les ont simultanément affectés, les éléments d'un parallélisme qui paraît rigoureusement établi.

Le tableau qui précède ne concorde pas, il est vrai, avec celui qui accompagne la note de M. Toucas; mais je ne puis accepter comme élément de comparaison la colonne *Charente* de ce travail; je n'y reconnais plus, je l'avoue, la Craie du S.-O.; les ciseaux de l'auteur l'ont défigurée et transformée; tantôt des assises bien individualisées disparaissent sans laisser de traces, tantôt des couches distinctes y sont confondues, et des fossiles qui n'ont jamais été contemporains dans la région sont tout étonnés de s'y trouver réunis; tantôt, au contraire, une couche une et homogène est dédoublée, et la faune arbitrairement scindée est répartie non seulement à des niveaux, mais dans des groupes séparés; tantôt les fossiles ne sont indiqués que par des noms de genres, quand l'indication des espèces peut seule fournir un utile élément de comparaison, etc.

Le tableau ci-joint n'apporte, pour la Craie du S.-O., aucune modification aux divisisions établies avant la naissance de la question qui nous occupe. Pour la Craie du Midi, je me suis efforcé de respecter scrupuleusement les divisions admises par notre honorable confrère, et de n'y introduire aucune indication de fossiles qui ne se retrouvât dans les notes de l'auteur.

Je dois toujours faire observer, au sujet du tableau de M. Toucas, que l'*Hippurites cornuvaccinum*, indiqué dans les bancs à *Botriopygus*, vers la partie supérieure du Santonien moyen de cet auteur, n'est pas l'*Hippurites cornuvaccinum* dont il est question dans le cours de son Mémoire; les travaux les plus récents (1) tendent à démontrer que c'est à l'espèce santonienne que doit être attribué le nom d'*Hippurites cornuvaccinum*, Bronn; mais il est certain qu'elle diffère de celle du Provencien et il importe que la distinction en soit faite au point de vue de l'unité ou de la séparation des couches qui les renferment.

Dans le tableau que je présente, j'ai désigné comme *Hippurites cornuvaccinum*, l'espèce jusqu'ici généralement connue en France sous cette dénomination, et décrite notamment par M. Bayle sous ce nom (2), c'est-à-dire l'espèce provencienne.

Cette explication m'a paru nécessaire pour dissiper l'équivoque et prévenir la confusion.

---

(1) Voir notamment Coquand: Études supplémentaires sur la Paléontologie algérienne p. 395.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXV, pl. XV, fig. 1-3.

Reste la question de parallélisme que j'ai examinée. Avant d'adopter une opinion définitive et de formuler les conclusions qui la résolvent, j'en ai repris à nouveau l'étude et mûrement pesé les travaux de confrères pour lesquels je professe une haute estime et une sincère sympathie; je me suis efforcé de me soustraire à tout entraînement comme à toute influence étrangère à la stricte recherche de la vérité; mais les systèmes se détachent des personnes et ce sont les systèmes que la Société jugera.

II

En terminant cette note, je reçois de M. Péron son dernier travail sur la question qui nous divise : à cette amicale et courtoise communication, je dois une réponse ; je m'efforcerai de la restreindre dans les plus étroites limites.

Ma note du 18 février 1878, que discute mon honorable confrère, n'a eu qu'un objet : rechercher le parallélisme de l'étage turonien (calcaires à Rudistes) du S.-O. avec celui du midi.

1° Elle laisse à l'écart la question purement théorique de savoir si l'on doit faire débuter la Craie supérieure par l'Angoumien ou par le Coniacien, au-dessus ou au-dessous des bancs à *Hippurites cornuvaccinum:* ces bancs sont alternativement placés par les auteurs cités dans la note de M. Péron dans le tuffeau ou dans la Craie supérieure, suivant la division théorique par eux adoptée; cette attribution est étrangère au parallélisme que j'ai recherché, je ne m'y arrête pas.

Je dois toutefois remarquer que, sur ce point de départ, MM. Peron et Toucas ne sont pas d'accord, je me borne à constater leur divergence.

2° Elle laisse également à l'écart le parallélisme entre les calcaires à Rudistes du S.-O. et la Craie du Nord; je n'ai point abordé cette question sur laquelle je n'ai pas de documents suffisants pour émettre une opinion personnelle. Mon honorable confrère a cru la voir tranchée dans une note antérieure du 28 janvier 1878; cette note n'avait pour point de départ que celles de MM. Coquand et Hébert sur la Craie de Crimée (Campanien, Dordonien, Sénonien- Danien) et pour but que la recherche du synchronisme de la Craie blanche (Campanien, Coq, — Sénonien, pars, d'Orb.) dans le nord et dans le S.-O.

Le tableau qui l'accompagne reproduit d'un côté, exactement, et sans modifications que je n'avais ni l'intention ni le droit d'y apporter, la classification de M. Hébert; de l'autre la concordance proposée avec cette classification *telle qu'elle était formulée par son auteur.*

Peut-être les divergences qu'accusait cette note ne sont elles aujourd'hui qu'un souvenir; les derniers travaux de M. Hébert semblent indiquer que l'accord est bien près de se faire entre nous sur ces questions, s'il n'est déjà réalisé.

En ce qui touche le *Micraster Glyphus*, je me borne à rappeler que si, dans le tableau invoqué par M. Péron, la première apparition en a été indiquée à la base du Campanien, le Mémoire sur la Craie du S.-O, p. 75, montre qu'il se poursuit jusqu'au sommet de l'étage, où il a, dans le S.-O comme dans le Nord, son maximum de développement.

Je ne suivrai donc pas mon honorable confrère dans l'examen de ces points qu'il a traités : ils sont étrangers au but que je poursuis. Je tiens à rester sur le terrain précis du parallélisme à établir entre le S.-O et le midi de la France ; je veux éviter tout ce qui pourrait nous entraîner au delà, dans des régions plus éloignées, plus autonomes par conséquent, où les rapprochements sont loin d'offrir le même degré de certitude et ne peuvent que compliquer sans avantage la solution.

Ce point posé, à quoi se réduisent les objections de M. Péron? Je n'y vois, si je cherche à en embrasser l'ensemble, que des considérations paléontologiques pouvant influer sur la convenance de faire débuter la Craie supérieure avec l'Angoumien, mais impuissantes pour ébranler le parallélisme établi tant sur la stratigraphie que sur la succession des faunes. Non, sans doute, les faunes contemporaines ne sont pas, sur tous les points des deux bassins, absolument identiques. Pourquoi? Je l'ai montré plus haut et je ne veux pas en reproduire inutilement l'explication : en isolant chaque couche de celles qui la précèdent et de celles qui la suivent, et la comparant à la couche contemporaine d'un autre bassin, on pourra, si l'on veut, trouver éternellement des éléments de discussion ; mais c'est, à mon point de vue, aborder la question par un côté trop étroit pour être vrai : ce qui frappe, ce qui saisit, quand on étudie l'ensemble des deux bassins, c'est *l'identité dans l'ordre de succession des phénomènes généraux qui ont presidé aux dépôts*, c'est *l'accord dans cette succession de la stratigraphie et de la paléontologie*, accord aussi complet qu'il est possible de l'exiger raisonnablement dans deux régions relativement assez éloignées ou placées chacune dans ses conditions propres.

La faune des marnes à Echinides du midi n'est pas, dit M. Péron, celle du Provencien inférieur du S.-O ; je l'accorde. Mais les conditions de dépôt, l'habitat sont-ils les mêmes? ce n'est donc pas dans la faune seule qu'il convient de rechercher des éléments de comparaison : on ne peut légitimement supprimer l'intercalation de ces marnes entre deux horizons de Rudistes identiques dans les deux bassins, angoumiens à la base, provenciens au-dessus ; si la faune intermédiaire varie, la contemporanéité est attestée par celle des assises qui les enclavent.

La faune de Sougraigne, ajoute M. Péron, n'est pas celle du Coniacien inférieur : quelle est donc cette faune? où notre honorable confrère en a-t-il pris le type? Est-ce dans le S.-O, où l'étage a été créé? A-t-il suivi dans tout ce bassin les prolongements des couches coniaciennes classées comme telles par M. Coquand, constaté dans ce parcours leur altération minéralogique graduelle, la modification corrélative de la faune et dressé les tableaux des fossiles qui peuplent cet étage? quelles espèces sont communes, quelles espèces spéciales aux deux bassins? si j'interroge les listes de M. Toucas, je suis frappé de la grande analogie des faunes dont les éléments sont pour les neuf dixièmes communs avec ceux que j'ai recueillis dans le Coniacien et le Santonien du S.-O. ; quand à cette corrélation vient s'ajouter la concordance stratigraphique, le parallélisme n'est-il pas suffisamment démontré?

Il est tout au moins, dit M. Péron, un point dont le niveau géologique ne saurait être accepté c'est le Pech del Trel ; consultez la faune des marnes, c'est celle des marnes à Echinides : *Periaster Verneuilli Hermiaster nucleus*, *Micraster laxoporus?* Je n'ai point jusqu'à présent vu ces deux dernières espèces figurer dans les tableaux de la faune des marnes à Echinides ; quant à la première, *Periaster Verneuilli* je l'ai bien rencontrée à Fumel dans l'Angoumien moyen, jamais dans les marnes coniaciennes à *O. spinosa*. La riche collection locale de M. Combes présente la même division : dans l'Angoumien moyen *Periaster oblongus* et *P. Verneuilli ;* dans les marnes coniaciennes un *Hemiaster* parfaitement distinct des *Periaster* angoumiens. Je ne fais d'ailleurs cette rectification qu'en vue de ce que je considère comme un élément d'exactitude matérielle : je n'attacherais aucune importance, pour la solution de la question de parallélisme que je me suis posée, au passage de cet Échinoderme dans le Coniacien ; s'il s'y trouvait avec d'anciennes connaissances, ses contemporains de l'étage angoumien, une unité de plus ne suffirait pas, à mes yeux pour faire pencher la balance.

Pour quiconque voudra prendre la peine d'étudier la Craie du S.-O, le niveau géologique des marnes du Pech del Trel ne peu faire question ; cette colline ne présente pas un point isolé, sans lien avec les couches inférieures et supérieures, sans rapport par son extension horizontale avec des types indiscutés. La composition en a été indiquée aux tableaux généraux des coupes qui accompagnent mon Mémoire de 1877 ; je la résume sommairement de bas en haut :

1° Au-dessus du Jurassique, — des calcaires d'un blanc grisâtre, médiocrement résistants, altérables à la gelée, d'un grain moyen, avec *Terebratella Carentonensis*, *Terebratula biplicata*, *Anorthopygus Michelini*, à la base ; *O. Columba major*, *Ammonites Rochebrunei*, au sommet. *Ligérien.*

2° Calcaires blancs, en nodules d'un grain fin lithographique, empâtés de marnes, fusant à la gelée et présentant dans la région cette particularité caractéristique d'être constamment sillonnés de ravins limités à cette zone. *Angoumien inférieur.*

3° Calcaires blancs, d'un grain moins fin, écailleux, se divisant sous l'influence des agents atmosphériques en fragments plus ou moins volumineux, zone des *Periaster Oblongus* et *P. Verneuilli*, du *Sph. Salignacensis*, etc. *Angoumien moyen.*

4° Calcaire ferrugineux, grès glauconieux et ferrugineux, plus ou moins argileux, avec quelques bancs de marnes efflorescentes : *Hippu- ites organisans*, *Holectypus turonensis*, etc. *Provencien inférieur.*

5° Calcaire homogène, jaune, en plaquettes miroitantes à la base, endre et exploité comme pierre de taille dans la partie moyenne, lanchissant et durcissant au sommet. *Provencien moyen.*

6° Marnes jaunes ou grises, alternant avec des calcaires marneux n rognons ou plaquettes raboteuses : *Ammonites petrocoriensis*, *O. inosa*, *O. petrocoriensis*, *Rhynchonella petrocoriensis*, *Orbicula lamel- sa*, etc. *Coniacien inférieur.*

7° Calcaire verdâtre, grenu, passant à des calcaires durs faisant rniche sous les dépôts tertiaires, *Coniacien moyen.*

Quel niveau doivent occuper les couches 5 et 6 dans une classifi- tion générale? Au Pech del Trel, la couche 5 ne renferme, il est ai, que de très rares fossiles : je n'y ai recueilli que la *Terebratula anclasi ;* mais elle se prolonge à l'E., à l'O. et au N. du point qui us occupe et peut, à raison des exploitations que provoque sa pré- nce, y être facilement étudiée. A l'ouest elle continue la partie su- rieure du coteau sur lequel est assis Monsempron, où elle renferme banc à Hippurites, Sphœrulites, Actéonelles et Polypiers. A l'est, la retrouve à Duravel, traversée par le même banc avec *Hippurites ganisans*, *O. Tisnei*, Brachiopodes et Polypiers. Au nord, elle donne issance aux puissantes carrières de Campagne et est traversée à int-Cirq par le chemin de fer dans les tranchées duquel elle pré- te sous le rapport stratigraphique et sous le rapport paléontolo- ue un remarquable développement. Elle est, sur ces deux points, actérisée par la faune des Rudistes provenciens et supporte les marnes à *Sphærulites sinuatus* qui la séparent des premières couches de la Craie supérieure. Partout sur ces points on la voit reposer sur les grès marneux du Provencien inférieur, qui eux-mêmes viennent s'asseoir, en cette région, sur l'Angoumien moyen.

C'est au-dessus de cet horizon bien déterminé que reposent les marnes du Pech del Trel. On les voit occuper la même position : à l'ouest à Monsempron ; à l'est à Duravel et Puylevêque ; surmonter au nord les marnes à *Sph. sinuatus* à Sauveterre, Saint-Cirq, La Roquette, etc. ; partout avec des caractères et une faune identiques. Or cette situation, cette faune et ces caractères sont ceux des marnes de Montignac et de Gourd de l'Arche, auxquelles elles se relient par leurs prolongements et dont l'âge ne paraît pas susceptible de discussion ; on peut suivre dans toute l'étendue du bassin le passage graduel et non interrompu des grès de Cognac, d'abord aux calcaires arénacés, puis aux marnes qui nous occupent. Leur superposition aux divers étages provenciens et par suite leur indépendance relativement au Provencien ne peuvent faire doute pour l'observateur qui généralisera son étude au lieu de la restreindre à un point isolé.

Si ces marnes appartiennent ainsi à la Craie supérieure, quel niveau doivent-elles y occuper? La solution ressort de la détermination des couches qui les recouvrent : la succession peut en être facilemen observée à Périgueux, à Montignac, aux Eyzies, à Sauveterre, etc Pour éviter des répétitions inutiles, je me borne à renvoyer au tableau qui accompagne cette note et dont les éléments plus détaillé pourront être vérifiés dans le Mémoire de 1877. La paléontologie e la stratigraphie se trouvent ainsi d'accord pour fixer ce niveau à l base de la Craie supérieure, Coniacien inférieur.

L'âge coniacien des marnes du Pech del Trel étant ainsi sûremen établi, quelles conséquences en déduire sinon que les arguments tiré des faunes sont trop élastiques pour offrir un degré suffisant de ce titude et qu'on ne peut arbitrairement en négliger le contrôle p la stratigraphie?

Ce niveau est-il celui du *Cyphosoma Archiaci*? C'est bien celui q lui attribue d'Archiac, qui en aurait recueilli le type à Beaumo près d'Angoulême ; Beaumont est en effet coniacien inférieur ; je do dire toutefois que je ne l'y ai pas rencontré. J'ai trouvé dans l'A goumien inférieur et dans l'Angoumien moyen, sur divers points bassin, un Cyphosome que j'ai décrit (1) sous le nom de *Cyphoso Engolismense ;* j'ai depuis reçu le *Cyph. Archiaci* du midi : examen f de cet Echinoderme, je suis convaincu de leur identité. Le *Cyp*

---

(1) *Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux*, t. XXI, 1876.

soma Engolismense doit donc disparaître et faire place au *Cyph. Archiaci* que je n'ai personnellement recueilli dans le S.-O. qu'à la base de l'Angoumien.

Les observations qui précèdent peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

1° Les révolutions géologiques ont *éteint*, *divisé*, ou simplement *déplacé* les faunes, suivant leur éloignement et leur degré d'intensité. Par suite la date d'apparition d'une fossile n'est pas nécessairement la même dans des bassins distincts.

2° Les faunes sont corrélatives aux milieux dans lesquels elles ont vécu et que traduisent les dépôts contemporains ; elles varient, quoique synchroniques, suivant la diversité de ces milieux ;

3° Le synchronisme est rétabli par le parallélisme des horizons inférieur et supérieur ;

4° La révolution qui, dans le S.-O., a mis fin aux calcaires à Hippurites (Turonien sup., d'Orbigny, Provencien, Coq.) se traduit, dans le midi de la France par des effets identiques entre les nos 5 et 6 du 5e étage de M. Toucas (1re colonne du tableau) ; 14 et 15 de la coupe de la Cadière ; 7 et 8 de la Note du 17 novembre 1879, p. 71.

5° Le parallélisme des étages turonien et sénonien, dans les deux bassins, jusqu'aux bancs à *O. acutirostris*, est démontré par *l'ordre de succession des phénomènes généraux*, *la corrélation des modifications minéralogiques* et *l'évolution des faunes ;*

6° L'interversion de ces phénomènes généraux, dans les deux bassins après le dépôt des bancs à Hippurites, justifie la division établie par d'Orbigny.

Séance du 6 juin 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société :

M. Lebreton d'Anglure présenté par MM. Sauvage et Bertrand.

Il annonce ensuite une présentation.

M. Cotteau dépose sur le bureau une série de brochures qu'il vient de publier et communique la note suivante de M. Péron :

de cuivre natif que j'ai découverts dans un filon de dolérite, près de la pêcherie de Hnifsdalr non loin d'Isafjord, paraissent bien devoir aussi leur existence à des influences réductrices. Les plus belles variétés de ces roches doléritiques que j'aie rencontrées en Islande, viennent de Stikkisholm sur le golfe de Borgarfjord et de Skagaströnd dans celui de Hunafloi où elles ont formé des bancs importants et où la grandeur de leurs éléments leur donne à l'œil nu un aspect granitoïde.

D'après ce que nous venons d'exposer, on voit donc que, dans les roches basiques anciennes de l'Islande, c'est-à-dire celles dont il n'est pas possible de déterminer les points de sortie, la structure ophitique ne peut être invoquée comme un caractère d'âge. L'examen des laves qu'ont rejetées ses volcans depuis l'époque historique jusqu'à nos jours, montre de plus, qu'à dater de l'apparition des roches basiques jusqu'à présent, leur mode de structure est resté toujours le même et qu'on y trouve encore les caractères de la structure ophitique. Les produits volcaniques d'origine récente si abondants autour du lac de Myratn, la lave de la coulée qui en l'année 1836 descendit du volcan de Lehrnuck et détruisit le hameau de Reykialid dans les mêmes parages, montrent aussi au microscope une tendance du pyroxène à mouler les autres éléments.

Il est donc permis de dire que, d'une façon générale, cet arrangement particulier des minéraux dans les roches basiques n'est pas un signe de leur ancienneté. L'observation fait voir qu'il peut être de tous les âges, et d'après les expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy, qui ont reproduit la dolérite ophitique par une simple fusion ignée de ses éléments chimiques et un recuit prolongé, il paraît subordonné à des conditions de température et de refroidissement plus ou moins lent.

A la série basique se rattachent encore les roches qui ont donné naissance aux puissantes assises de *tufs palagonitiques* (1), formation que j'ai vu représentée si abondamment dans le sud-ouest de l'Islande, notamment près de Mosfell, sur les bords du golfe de Hvalfiord et dans les environs de Thingvalla.

Ils se composent tantôt d'éléments vitreux agglutinés, souvent très fins, de couleur noire, brune ou jaunâtre, tantôt de fragments plus gros de labradorite grise cristalline. Derrière l'église de Mosfell, à 15 kilomètres environ de Reykiavick, les assises à grains fins alternent avec des bancs dont les éléments assez volumineux, ovoïdes et aplatis dans le sens horizontal, s'empilent sur 4 à 5 mètres de hauteur. Ils sont soudés les uns aux autres par leur surface, formée par une croûte vitreuse, d'un noir brillant, qui enveloppe un noyau de lave divisé suivant des fissures radiales allant du centre à la périphérie. Il est difficile, je crois, de voir dans ces produits spéciaux, autre chose que des projections de différente grosseur, cendres, lapilli et bombes, brusquement refroidies en tombant dans l'eau des lacs ou des marécages qui pouvaient exister à cette époque. Les parties fines perdant immédiatement leur température élevée restaient à l'état de verre; celles à qui leur volume permettait de conserver pendant longtemps une certaine quantité de chaleur et une certaine fluidité, pouvaient cristalliser, à l'exception toutefois de la surface qui est restée vitreuse par suite de sa solidification immédiate. Il est cependant à remarquer, que la matière cristalline qui remplit l'intérieur de ces bombes, présente au microscope les caractères d'une cristallisation incomplète, comme dans les roches artificielles insuffisamment recuites (1); les cristaux sont petits et mal formés, à l'exception toutefois des minéraux de première consolidation (péridot, fer oxydulé) qui préexistaient déjà dans la substance fluide, avant l'espèce de trempe qu'elle a subie au contact de l'eau.

---

(1) J'ai conservé ces termes de *tufs palagonitiques* et de *palagonites*, par lesquels les Danois désignent ces dépôts sur la carte géologique de l'Islande, quoique, dans les échantillons que j'ai recueillis et examinés au microscope, je n'aie pas observé les phénomènes optiques qu'on peut voir dans la véritable palagonite.

Sur les côtes (Fosswogur, Lewuvogur près de Reykiavick), là où les projections tombaient dans la mer, la pulvérisation de leurs éléments par la violence des vagues, les a en partie converties en argile qui forment des bancs où l'on a trouvé des mollusques semblables à ceux qui vivent encore aujourd'hui sur le littoral de l'Islande (2). L'existence de ces fossiles ne peut malheureusement être invoquée comme un indice de l'âge de ces dépôts; il est en effet très probable que ces mollusques quaternaires n'ont été englobés que postérieurement au remaniement par la mer, des tufs déposés depuis une époque peut-être déjà ancienne. Cependant l'existence des palagonites sur le sommet de hautes montagnes (Mosfell, Reynivallahals, Hengil, etc.) et les coupes le long des vallées permettent de les considérer comme antérieures à l'époque du creusement des vallées, si toutefois cette époque caractéristique pour d'autres régions, peut avoir une signification d'une certaine valeur dans une contrée telle que l'Islande où les phénomènes volcaniques et glaciaires peuvent encore changer la face du sol d'un instant à l'autre.

Quand on parcourt l'Islande et particulièrement ses côtes, il type, le plus anciennement connu de la Craie d'Algérie, mais aussi celui qui a donné lieu aux confusions les plus fréquentes.

---

(1) Expériences de MM. Fouqué et Michel-Lévy au Collège de France.

(2) *Mya arenaria, M. truncata, Balanus sulcatus* (Robert).

En même temps que les *Hemiaster*, ont pullulé les oursins du genre *Cyphosoma* dont nous ne comptons pas moins de 12 espèces dans le seul étage santonien. Viennent ensuite par ordre d'abondance les *Echinobrissus* dont nous avons décrit 6 espèces.

En résumé dans ce fascicule nous avons décrit ou discuté 36 espèces d'Échinides de la Craie supérieure, réparties ainsi qu'il suit :

1	dans le genre	*Holaster ;*
2	—	*Micraster ;*
7	—	*Hemiaster ;*
1	—	*Linthia ;*
6	—	*Echinobrissus ,*
1	—	*Botriopygus ;*
2	—	*Holectypus* ;
1	—	*Cidaris ;*
12	—	*Cyphosoma ;*
1	—	*Goniopygus* ;
1	—	*Salenia ;*
1	—	*Orthopsis ;*

Sur ce nombre, 15 étaient déjà connues avant notre travail et 2
sont décrites pour la première fois. Cinq espèces seulement s
trouvent en même temps en France et en Algérie, ce sont les *Cidar*
subvesiculosa, Cyphosoma Archiaci, C. Aublini, Salenia scutigera, Orth
psis miliaris. Toutes les autres n'ont été jusqu'ici rencontrées qu'en A
gérie ou dans des contrées voisines présentant le même faciès paléo
tologique.

M. **Fontannes** envoie une note sur les couches des environs
Bollène.

De nouvelles recherches entreprises dans cette localité lui o
permis de s'assurer que les couches à *Congeria subcarinata* so
situées à la base du groupe de Saint-Ariès. Elles forment, en eff
au pied des collines crétacées ou miocènes une bande très min
presque toujours cachée par les éboulis, et sont tantôt recouvert
par les marnes à *Nassa semistriata*, tantôt ravinées par les sable
Ostrea Barriensis.

Aucune donnée stratigraphique ne s'oppose donc plus à l'attribution au Pliocène inférieur des marnes et faluns à *Cerithium vulgatu*
à *Nassa semistriata*, à *Pecten comitatus*, classification que M. Fo-

tannes a toujours admise dans ses études, et qui est d'ailleurs corroborée par tous les documents paléontologiques qu'il a recueillis jusqu'ici.

Séance du 20 *juin* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. FISCHER.

M. Carez, vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière Séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière Séance, le Président proclame membre de la Société :

L'INSTITUT GÉOGNOSTICO-PALÉONTOLOGIQUE DE STRASBOURG

Il annonce ensuite la mort de M. Adam.

M. Bioche communique l'extrait suivant d'une lettre de M. G. **Fabre :**

Dans les **grès à lignites** de **Dellys** j'ai trouvé en abondance, au milieu du bois fossile, un *Teredo* voisin du *T. Tournali*, du flysch de Barrême. Le faciès du grès est d'ailleurs tout à fait celui du flysch. Cette petite découverte paléontologique vient appuyer les dires de M. Ville (1).

M. **Munier-Chalmas** présente le rapport de M. le commandant **Roudaire** sur la dernière expédition des **chotts tunisiens** et appelle l'attention de la Société sur la partie géologique rédigée par M. **L. Dru** et sur la partie paléontologique faite par lui-même.

M. Douvillé fait la communication suivante :

Note sur la **partie moyenne** *du terrain* **jurassique** *dans le* **bassin de Paris** *et sur le* **terrain corallien** *en particulier*,

par M. **H. Douvillé**.

Nous avons eu l'occasion, depuis quelques années, d'étudier en détail la partie moyenne du terrain jurassique sur un grand nombre de points du bassin parisien. Pour les travaux de la Carte géologique détaillée, nous avons parcouru le Boulonnais en 1870-71, le Berry en 1872-74, la Meuse depuis Saint-Mihiel jusqu'à la Haute-Marne en 1876 ; en 1874, nous avons eu la bonne fortune de visiter l'Yonne et ses localités classiques de Druyes, Chatel-Censoir, Cravan, avec M. Potier, sous la conduite de M. Cotteau. A deux reprises différentes, en 1878 et 1880, nous avons pu relever la coupe des côtes de la Normandie depuis Dives jusqu'à Trouville et Villerville. Enfin, en 1879, nous avons revu la partie de la Haute-Marne qui confine au département de la Meuse avec deux de nos confrères, M. Bertrand qui depuis plusieurs années s'occupe de l'étude du Jura, et M. Rolland, chargé de la feuille de Mirecourt.

---

(1) *Bul. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXV, p. 650 et suiv.

L'étude comparative de ces diverses régions nous a conduit, dès 1877 (1), à modifier la limite supérieure du Corallien telle que nous l'avions indiquée dans notre première note sur le Berry (2).

Nous voulons essayer aujourd'hui de réunir et de grouper les résultats partiels que nous avons obtenus, et indiquer comment il nous paraît possible d'établir la stratigraphie générale des couches qui constituent la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin parisien. Ce travail a déjà été fait en partie par M. Hébert en 1857 (3), et par Oppel à la même époque (4). Nous croyons cependant que les nombreux travaux faits depuis cette époque, peuvent nous autoriser à reprendre cette question et à modifier sur quelques points les conclusions énoncées par ces deux maîtres.

Nous allons passer successivement en revue les points étudiés, en suivant l'ordre géographique : Normandie, Boulonnais, Meuse, Haute-Marne, Yonne, Berry.

PREMIÈRE PARTIE : NORMANDIE

(*Côtes de la Manche*).

Le terrain jurassique du Calvados a attiré depuis longtemps l'attention des géologues ; décrit d'abord par Hérault (5) et de Caumont (6), il a été étudié par Dufrénoy (7) puis par d'Archiac, dans so Histoire des progrès de la géologie. Enfin, en 1860, M. Hébert (8) donné une coupe détaillée des falaises entre Dives et Trouville.

---

(1) Notices explicatives des feuilles de Nancy et de Bourges.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 93, 21 décembre 1874.

(3) Les mers anciennes, etc.

(4) Die Juraformation.

(5) Tableau du terrain du département du Calvados, 1824.

(6) Essai sur la topographie géognostique du département du Calvados, 182 — Aperçu topographique et géologique sur le département du Calvados, *Mém. So Linn. de Normandie*, 1849.

(7) Explication de la carte géol. de France, vol. II, 1848.

(8) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVII, p. 300.

Le système le plus inférieur se montre entre Dives et Beuzeval et forme le bas de la falaise de Houlgate où il est masqué par des éboulis; il peut être désigné sous le nom de :

I. MARNES DE DIVES, ou zone à *A. Lamberti*.

Il débute par une couche très fossilifère, visible autrefois à l'embouchure de la Dives, au point dit le « Mauvais pas » : l'affleurement en est aujourd'hui masqué par le remblai de la route et du chemin de fer ; la même couche affleure dans les basses mers sur la plage en avant de Beuzeval, et les fossiles se rencontrent fréquemment à l'état remanié au milieu des galets. La faune en est très caractéristique ; on peut citer : *Amm.* (*Peltoceras*) *athleta, A.* (*Cosmoceras*) *Duncani* (1), *A Bakeriæ*, *A.* (*Amaltheus*) *Lamberti*.

La couche fossilifère est surmontée au « Mauvais pas » par 12 à 14 mètres de marnes qui forment une petite falaise au N. de la route entre Dives et Beuzeval; c'est une marne argileuse, grise, solide, avec *G. dilatata* clairsemées à la base. Vers le haut la marne devient plus calcarifère, et assez fossilifère : *Bel.* (*Hybolithes*) *clucyensis*, *Rhynchonella* (intermédiaire entre la *R. varians* et la *R. Thurmanni*), *Gryphea Alimena*.

Les couches qui suivent immédiatement ne sont visibles ni en ce point, ni dans la falaise d'Houlgate où elles sont masquées par des éboulis; elles affleurent sur la plage au N.-E. d'Houlgate. Nous y avons recueilli dans des bancs d'argile découverts par le galet, 'A. (*Cosmoceras*) *Duncani* et dans le voisinage de nombreuses *Ter.* *Aulacothyris*) *Bernardina*, d'Orb. (forme voisine de la *T. impressa*, mais plus allongée et plus triangulaire), bien en place.

La coupe ne redevient nette que lorsqu'on a dépassé le premier promontoire, celui auquel aboutissait l'ancien sentier descendant d'Auberville.

La falaise est en ce point dégagée à sa base et il est possible d'y reconnaître la série complète des couches jusqu'à la partie inférieure du Corallien. L'épaisseur totale de ces assises a été évaluée par de aumont à 60 mètres; nous avons obtenu le même résultat par plusieurs nivellements effectués au baromètre (2).

---

(1) M. Hébert cite l'*Am. Jason :* nous n'y avons jamais rencontré cette espèce, mais seulement les diverses variétés de l'*A. Duncani*.

(2) M. Hébert indique un chiffre beaucoup plus élevé qui nous paraît fondé sur ne erreur de cote. Il existe sur la carte d'état-major entre Villers et Auberville, n point marqué 113 : pour M. Hébert, ce point serait sur le Corallien. Après ne étude attentive, nous avons pu nous assurer que la cote s'appliquait, en éalité, à un point situé au sommet de la seconde falaise, formée en arrière de la

La base de la coupe (H. 1-3) (1) est constituée par deux lits d'un calcaire gréseux, argileux, gris foncé, séparés par un lit plus argileux (épais. totale 1 mètre). Cette couche est très fossilifère (*A. Duncani*. *A. athleta*, *A. Lamberti*, *A. Lalandei*, *A. Baugieri*, *Gryphea dilatata*, *Trigonia*, bois fossile), et se rattache par sa faune aux Marnes de Dives. Elle se prolonge sur la plage vers le N.-E., jusqu'au dernier promontoire avant Villers et affleure au large de cette localité dans les basses mers. Nous avons recueilli sur ce dernier point divers fossiles il y a quelques années; mais depuis, les affleurements ont été ensablés.

II. Marnes de Villers, ou zone à *A. Mariæ.* — Au-dessus commence un nouveau système de composition minéralogique analogue au précédent, mais différent par sa faune : nous le distinguerons sous le nom de *Marnes de Villers ;* on n'y rencontre plus l'*A. Duncani*, et l'*Amaltheus Lamberti* y est remplacé par l'*Amaltheus Mariæ.*

Il débute à la base par une couche d'argile massive peu fossilifère (ép. 6 mètres, H. 4), couronnée par un banc gréseux plus dur (H. 5), qui paraît avoir dans la falaise 1 mètre d'épaisseur et se réduit sur la plage à 0^m,30 ou 0^m,40. Ce banc affleure sur une assez grande étendue sur la plage au bas de la falaise, à peu de distance au S. du Casino de Villers. Il est extrêmement fossilifère et se distingue par la présence de grosses Ammonites (*Aspidoceras faustum* et *Amaltheu Mariæ*), couchées à plat sur la surface supérieure du banc. On y rencontre un *Ctenostreon* (Lime du groupe de la *L. Hector*) assez abondan et en outre *Gr. dilatata*, *O. gregarea*, *Ex. nana*, *Perna mytiloïdes*, etc

Ce banc est immédiatement recouvert par une couche d'argil massive (H. 6.), d'un gris foncé dans le bas (ép. 5^m,50), rougeâtr dans le haut (ép. 3^{m}00) ; elle renferme en abondance à son contac avec le banc précédent toute une faune de petites Ammonites pyriteuses, qui correspond d'une manière frappante à celle des argile du Wast dans le Boulonnais et à celle des couches à fossiles pyriteux de l'est de la France; nous citerons : *Belem. Clucyensis*, *Amm Mariæ* (2), *Pelt. athleta*, *A. Bakeriæ*, *Perisphinctes sulciferus*, Opp., etc Un peu plus haut on rencontre fréquemment des fragments de tig du *Pentacrinus cingulatus*, et des empreintes de l'*Alaria bispinosa.*

---

falaise proprement dite, par le terrain crétacé, et qui se trouve par suite à plus 50 mètres au-dessus du terrain corallien.

(1) Nous indiquerons par cette notation les numéros de la coupe donnée p M. Hébert (*Bull. Soc. Géol.*, p. 303, 1860).

(2) La variété à côtes fines, figurée dans la Pal. fr., pl. 179, fig. 7-8, y est p ticulièrement abondante, et a été souvent confondue à tort avec l'*Am. Lambe*

On distingue ensuite successivement :

H. 7.	Lit de calcaire gréseux, brun rougeâtre, sans fossiles	0^m,10
H. 8.	Argile brune avec nombreuses *Gr. dilatata;* au milieu on distingue une zone plus fossilifère où les fossiles ont conservé leur test, mais sont d'une extrême fragilité (*A. Mariæ*, *Alaria bispinosa*, *Cerithium*, *Trigonia*, etc.,).	9^m,00
H. 9.	Lit de calcaire gris marneux formant cordon, quelquefois subdivisé par un lit d'argile.	0^m,25
H. 10.	Argile grise avec nombreuses *Gr. dilatata*.	4^m,00
H. 11.	Lit de calcaire argileux.	0^m,15
H. 12.	Argile grise.	0^m,90
H. 13.	Lit de nodules calcaires aplatis.	0^m,10
H. 14.	Argile gris bleuâtre peu fossilifère.	4^m,00

Cette couche présente sur certains points, vers sa partie supérieure, un lit de rognons calcaires, gris rougeâtres, avec nombreuses *Perna*, qui se rattache déjà par sa faune au système supérieur.

Dans toutes les couches d'argile que nous venons de citer, et qui sont en réalité des marnes plus ou moins argileuses, on rencontre la même faune caractérisée par l'*A. Mariæ*, de petits Gastropodes appartenant aux genres *Alaria* et *Cerithium ?*, et la *Gr. dilatata*. L'*Am. Mariæ* présente une carène de plus en plus marquée à mesure que l'on s'élève dans la série, et dans les bancs les plus élevés elle se distingue difficilement de l'*A. cordatus* qui caractérise le groupe suivant.

III. Oolithe ferrugineuse, ou zone à *A cordatus*. — Ce nouveau système de couches débute à la base par trois lits de calcaire noduleux gris avec nombreuses oolithes ferrugineuses, séparés par deux lits d'argile brune (H. 15, ép. 2^m,50). Les lits calcaires sont d'épaisseur variable et se développent plus ou moins au dépens des lits d'argile intercalés ; ils sont très fossilifères et renferment principalement : *A. cordatus* avec toutes ses variétés, *Am.* (*Peltoceras*) *arduennensis*, *A.* *Peltoceras*) *Eugenii*, *A.* (*Aspidoceras*) *Babeanus*, *Ostrea* (*Lopha*) *flabelloides*, *Gr. dilatata*, *Terebratula Galliennei*, *Zeilleria Parandieri*, Etallon (1).

Ces couches forment un excellent horizon toujours bien visible dans la falaise ; leur faune est presque identique à celle de Neuvizy.

---

(1) *Ter. Parandieri*, Thurmann et Etallon, *Leth. Brunt.*, p. 288, pl. XLII, fig. 1.

Elles sont recouvertes par un massif argileux (H. 16^{m}, ép. 6^{m}80), formé des couches suivantes (de bas en haut),

a. Marne grise	$3^{m},90$
b. Marne calcaire gris clair présentant un lit d'*O. gregarea* à sa partie supérieure	$0^{m},40$
c. Marne grise plus foncée, sans fossile	$0^{m},80$
d. Marne argileuse noire remplie d'*O. gregarea*	$0^{m},50$
e. Marne argileuse brune	$0^{m},20$
f. Marne argileuse noire	$1^{m},00$

La marne noire *d* forme un horizon des plus remarquables par l'extrême abondance de l'*O. gregarea;* nous y avons recueilli en outre l'*O. flabelloides* (1), Lk, l'*O. unciformis*, Buvignier, la *Ter. Galliennei*, la *Zeilleria Parandieri*, Etal. Les fossiles y présentent souvent quand ils sont lavés par les pluies, une teinte blanchâtre particulière, due à l'abondance d'un petit Foraminifère adhérent, du genre *Webbina.*

IV. OOLITHE DE TROUVILLE (Zone à *A. Martelli*). — Ce système forme le haut de la première ligne de falaises à Villers, et la plage ainsi que le bas de la falaise à Trouville.

La partie inférieure en est constituée par une alternance de lits marneux et de lits minces de lumachelle présentant souvent de petits grains ferrugineux arrondis et de forme irrégulière (H. 17.). Un de ces lits de lumachelle présente avec la *Gryphea bullata* une très grande *Perna* de forme quadrangulaire et de nombreuses *Trigonia major*. L'épaisseur de cet ensemble est de : . . . . $4^{m},40$

H. 18. Lit de marne jaunâtre . . . . $0^{m},25$

H. 19. Argile noire. . . . . $3^{m},05$

Puis vient un nouveau système d'argiles et de lumachelles à oolithes blanches ou brunes dans lequel commence à apparaître le *Nucleolites scutatus*; on y trouve également des Ammonites de très grande taille dont les unes, à côtes régulières et à région ventrale arrondie, reproduisent le type du *Perisphinctes plicatilis*, Sow., tandis que les autres, présentant une section rectangulaire et sur les flancs de gros es nodosités triangulaires, se rapportent au type du *Perisphinctes Martelli* (1), d'Orb.

---

(1) Cette huitre est souvent désignée sous le nom d'*O. Marshi* Sow., qui doi s'appliquer à une espèce voisine mais distincte, appartenant au Bathonien supérieur. Oppel avait attribué le nom de *flabelloides* à une espèce du Bajocien M. Bayle a pu s'assurer que le type de Lamarck appartient en réalité à l'espèc si commune à Villers.

M. Hébert cite également à ce niveau l'*A. cordatus*, et il existe ans les collections de l'École des Mines un échantillon de cette spèce, provenant de Trouville, qui, d'après sa gangue appartient cerainement à cette zone. Voici le détail des couches d'après M. Héert :

H. 20.	Calcaires en plaquettes.	$0^{m},20$
H. 21.	Argile bleue avec lits de fossiles brisés.	$1^{m},10$
H. 22.	Cordon de calcaire lumachelle bleuâtre avec *Gryphea dilatata* (variété aplatie) (2).	$0^{m},15$
H. 23.	Argile bleuâtre mélangée à la partie supérieure, irrégulièrement et comme par suite d'un remaniement, d'oolithe jaune.	$0^{m},80$
H. 24.	Calcaire argileux avec oolithe rouge en lits irréguliers.	$0^{m},25$
H. 25.	Marne fragmentaire bleuâtre ou jaunâtre avec oolithes blanches, pétrie de fossiles (*O. nana*, *Pecten subfibrosus*, Pernes, etc.).	$0^{m},70$
H. 26.	Calcaire fragmentaire à oolithes blanches, en plaquettes irrégulières, avec marne oolithique jaune ou bleue interposée (*Am. cordatus*, *Nucleolites scutatus*, Panopées, etc.).	$1^{m},10$
H. 27.	Calcaire fragmentaire compact, à oolithes rouges avec *Am. plicatilis*.	$0^{m},40$
H. 28.	Marne calcaire en fragments, avec lit d'argile jaune (*Pholadomya paucicosta*, Rœm).	$0^{m},50$
H. 29.	Banc compact de calcaire lumachelle marneux, délité à la surface (*Ostrea nana*).	$0^{m},50$
H. 30.	Argile plastique jaune en bas, bleuâtre en haut. .	$0^{m},60$
H. 31.	Marne dure légèrement oolithique, pétrie de débris de fossiles à la surface supérieure.	$0^{m},40$

Au-dessus on distingue une couche argileuse formant un bon rizon :

H. 32.	Argile plastique rougeâtre et devenant grise à la partie supérieure.	$0^{m},50$

---

1) Grâce à l'obligeance de notre confrère M. Fischer, nous avons pu vérifier te détermination sur l'échantillon type de d'Orbigny, conservé au Muséum istoire naturelle.

2) C'est probablement la *Gr. bullata*, Sow.

Le système se termine par un banc de calcaire solide :

H. 33. Calcaire oolithique en banc plus épais formant corniche au sommet de l'escarpement. . . . . . . $4^m,30$

Cette dernière couche est riche en *Nucleolites scutatus*.

Les couches de cette zone affleurent au-dessus de l'église de Bénerville et l'Oolithe à Nucléolites y a été exploitée vers le haut du coteau dans la carrière basse du four à chaux. Les mêmes couches forment le bas de la falaise à Trouville où elles ont été décrites en détail par M. Hébert (1) qui les a désignées sous le nom d'*Oolithe de Trouville;* les bancs diffèrent un peu de ceux de Villers, et paraissent plus calcaires. Au-dessus de l'argile à *O. gregarea* du sommet de III, nous retrouvons dans la coupe de M. Hébert :

1° Calcaire marneux gris foncé mêlé d'oolithes rouges en bancs minces, alternant avec des lits d'argile noire, caractérisé par l'*A. plicatilis* souvent de grande taille, la *Trigonia major* et la *Perna quadrilatera*, var. *major*. (C'est la base de IV). . . . . $1^m,50$

2° Calcaire de couleur rougeâtre ou bleuâtre, rempli d'oolithes rouges et blanches; mêmes fossiles que la couche précédente, plus le *Nucleolites scutatus*. . . . . $7^m,00$

3° Argiles noires avec nodules calcaires et oolithes blanches; plaquettes gris bleuâtre, en lits interposés, renfermant en grande quantité le *Pecten subfibrosus* et le *Nucleolites scutatus*. . . . . $5^m,0$

4° Calcaire jaunâtre à texture irrégulière, tantôt très dur, tantôt friable ou argileux, mais uniformément rempli d'oolithes blanches, assez régulières, de $0^m,001$ de diamètre, environ. . . . . $5^m,0$

Les fossiles sont extrêmement abondants et bien conservés dan cette assise. Citons seulement la *Chemnitzia heddingtonensis*, des Néri nées, de nombreuses *Opis* (*O. Phillippsi*, *O. Venus*, *O. cf. arduennensis*) *Pecten subfibrosus*, et *Nucleolites scutatus*.

Les couches que nous venons d'étudier appartiennent les premièr au *Callovien* et les dernières à l'*Oxfordien* de d'Orbigny. Celles q suivent correspondent au *Corallien* de cet auteur.

V. Coral-rag de Trouville. (Zone à *Cidaris florigemma*). — A m chemin d'Auberville à Villers, le dernier gros banc d'Oolithe à *Nucle*

---

(1) Loc. cit. *Bull. Soc. Géol.* 2e série, t. XVII, p. 310.

ites, formé d'un calcaire jaunâtre finement oolithique, se termine par
ıne mince couche irrégulière avec grosses oolithes rougeâtres et pe-
its galets calcaires; à la surface de cette couche on rencontre des
Polypiers quelquefois très gros et presque toujours de nombreuses
Exogyra nana et des baguettes du *Cidaris florigemma*. Au-dessus on
listingue une couche de marne noire impure renfermant en abon-
lance des coquilles roulées, principalement des *Ex. nana*, de très
rosses baguettes de *Cid. florigemma* et des débris de Polypiers; cette
ouche est d'épaisseur très variable, elle paraît avoir 1 mètre vers
uberville. Elle ne se sépare pas nettement du Coral-rag qui le sur-
nonte et qui est constitué par un calcaire jaunâtre à texture irrégu-
ière, avec Polypiers, *Cidaris florigemma*, *Ex. nana*, Gastropodes,
)strea solitaria. Ce banc n'a ici que 0^{m},70 d'épaisseur. Il est sur-
nonté par des marnes gris foncé avec lits peu réguliers de nodules
'un calcaire gris gréseux. Ces nodules sont quelquefois fossilifères et
résentent les mêmes fossiles que ceux du Coral-rag (Gastropodes,
). solitaria, *Cid. florigemma*) et en outre *Pholadomya pelagica*. Ces
ıarnes sont visibles sur une épaisseur de 2 mètres.

En se rapprochant de Villers, les couches deviennent plus cal-
aires : l'argile noire disparaît à peu près complètement et le banc
u Coral-rag atteint bientôt 2^{m},50 d'épaisseur, tandis que les marnes
upérieures se transforment en deux bancs d'un calcaire marneux,
yant 4^{m},50 d'épaisseur. Ces couches ont été entamées par le che-
ıin qui passe au-dessus du Casino de Villers.

En se dirigeant vers Trouville, on voit le Coral-rag former le som-
ıet de la butte de Bénerville (1), et y prendre un grand développe-
ıent. En montant de la route vers le four à chaux, nous avons pu
oir, grâce à des fossés nouvellement ouverts, les affleurements des
giles à *O. gregarea* (H. 16) et des lumachelles (H. 17). L'Oolithe à
ucleolites est exploitée au four à chaux et s'y élève jusqu'à l'altitude
80 mètres environ. Elle se termine par une dalle d'un calcaire
machelle, oolithique, dur, brunâtre, présentant de petits galets à sa
ırface supérieure (ép. 0^{m},25). Au-dessus on observe une couche de
^{m},50 de marne brune, calcarifère par places, avec petits galets rou-

---

(1) Le Coral-rag s'élève ici à l'altitude de 112 mètres, tandis qu'il ne dépasse guère
mètres à Villers; la base de la falaise doit donc être formée par des couches
s basses dans la série. Nous y avons recueilli un exemplaire de la *Waldheimia*
ulacothyris) Bernardina, et M. Hébert y cite l'*Amm.* (*Gosmoceras*) *Duncani*, ce
i indique la présence en ce point des Marnes de Dives. Mais les couches sont
lement bouleversées par des éboulements et des glissements, qu'il nous a paru
ıt à fait impossible d'y relever une coupe nette. Aussi ne pouvons-nous que
re des réserves au sujet des coupes citées par M. Hébert.

geâtres, puis un lit de 0 m,50 de marne noirâtre avec concrétions calcaires, surmonté par des lits minces de lumachelles oolithiques alternant avec des marnes grises et blanches (ép. 0 m,50). Au-dessus se développe un vrai « coral-rag » ou calcaire à Polypiers, à structure caverneuse et irrégulière, d'une épaisseur de 25 mètres environ. Vers la base de ce massif on observe par places des parties dures à texture plus irrégulière, ayant toutes les apparences d'un calcaire à entroques, tandis que les parties les plus élevées présentent de nombreuses empreintes de Gastropodes (*Nerinea*, *Chemnitzia*, *Natica*, etc.) Dans les anfractuosités du calcaire à Polypiers, notre confrère M. Schlumberger a recueilli une belle série des Echinides habituels à ce niveau, et dans un magnifique état de conservation (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, etc.). Les baguettes d'oursins sont fréquentes dans tout le massif et nous y avons rencontré aussi plusieurs exemplaires de la *Gryphea Moreana*, Buv.

Ce coral-rag présente les plus grandes analogies avec celui qui est exploité à Trouville même, dans le haut de la ville, et dans lequel Saemann et Aug. Dollfus (1) ont signalé *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Acrosalenia decorata*, *Diplopodia subangularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pygaster umbrella*, *Pygaster Gresslyi*. Nous avons recueilli dans la même carrière l'*Ostrea solitaria* et la *Gryphea Moreana*.

A 2 ou 300 m. à l'O. de cette carrière, dans les falaises, les couches synchroniques présentent un aspect tout différent. Il n'y a plus de coral-rag proprement dit : les bancs finement oolithiques de la partie supérieure de l'Oolithe de Trouville se terminent bien comme toujours par un lit rougeâtre corrodé ; mais immédiatement au-dessus on voit apparaître deux bancs de 1 m,20 et 1 m,80 d'un calcaire lumachelle avec des lits argileux (*C. florigemma*, *O. solitaria*), puis un lit de calcaire gréseux noduleux de 0m,30, surmonté par un banc de 2 mètres d'épaisseur d'un calcaire dur rempli de débris de coquilles brisées et séparé du banc précédent par un lit argileux de 0m, 15. Cet ensemble de couches remplace ici le récif corallien dont il reproduit la faune ; il a dû se déposer à son pied et du côté de la haute mer, comme l'indiquent les lits de coquilles brisées : son épaisseur est du reste beaucoup moins considérable que celle du récif lui-même.

Au-dessus la nature des couches change assez brusquement : les calcaires sont remplacés par des grès argileux devenant quelquefois presque sableux et on voit s'y développer des lits de silex qui ac quièrent, sur certains points, une grande épaisseur ; en voici la coupe dans la falaise :

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XIX, p. 168, 1861.

Calcaire gréseux jaunâtre limité à sa base par un délit argileux.	$1^{m},90$
Banc de grès dur avec trois lits de silex noir.	$1^{m},00$
Calcaire tendre sableux avec nombreuses Trigonies clavellées.	$1^{m},30$

Ces couches apparaissent dans la falaise à Trouville et sont bien isibles sur le chemin qui la côtoie ; on peut les suivre ensuite dans la alaise jusqu'au-dessous d'Hennequeville. Elles disparaissent un peu lus loin, par suite du plongement des couches. Ces bancs siliceux nt été signalés par de Caumont dès 1828 comme intercalés entre es Argiles de Honfleur et des bancs calcaires qu'il assimile à la ierre à chaux de Blangy. C'est cette même position qu'il assigne aux ables de Glos ; les calcaires d'Hennequeville correspondraient donc ux sables de Glos ou tout au moins à leur partie inférieure.

VII. Marnes de Villerville. — Les calcaires siliceux jaunâtres ont immédiatement surmontés par des marnes argileuses noirâtres ; séparation des deux systèmes de couches est d'une grande netteté, t nous paraît correspondre à la séparation anglaise du Coral-rag et u Kimmeridge clay. D'après une coupe que nous avons relevée vec notre confrère M. Bertrand, voici la composition de ce système e bas en haut :

a. Marne argileuse noirâtre.	$3^{m},50$
b. Banc gréseux, noduleux, gris, avec *Phol. Monodi.* . . .	$0^{m},20$
c. Marne argileuse noire avec Trigonies clavellées nacrées.	$1^{m},00$
d. Lit d'argile sableuse avec Trigonies	$0^{m},10$
e. Marne argileuse noire avec Trigonies nacrées et *Bel. nitidus*	$8^{m},50$
f. Grès calcarifère (1) brunâtre, chargé par places de petits galets de quartz pisaires et passant alors à un vrai poudingue. Ce grès se présente quelquefois en plaques ou en dalles couvertes sur certains points de nombreux petits Gastropodes. Il présente, surtout vers la base, des ovoïdes de fer carbonaté.	$1^{m},50$
g. Argile brune avec cristaux de gypse aciculaire et lit d'*Ostrea sub deltoidea*, (2) Pellat.	1 à $2^{m},00$

---

1) Cette couche est représentée à Trouville par un banc de grès assez fin qui montre en gros blocs tout en haut de la falaise.

2) L'*O. deltoidea*, Sow. doit changer de nom ; la même dénomination spécifique nt été appliquée antérieurement par Lamarck à une huître de Meudon, proba- ment une variété de l'*O. vesicularis*.

h. Calcaires marneux noduleux grisâtres, très fossilifères, avec lit très régulier de calcaire compact de $0^m,13$, sans fossiles.

Le calcaire noduleux nous a fourni : *Pterocera Oceani*, *Pt. Ponti*, *Pholadomya Protei*, *Exogyra*, cf. *virgula* (1), *Terebratula subsella*, *Rhynchonella inconstans*, *Rhabdocidaris Orbignyi*, etc. Cette couche qui termine la coupe à Villerville est toujours plus ou moins éboulée, il n'a pas été possible d'en relever l'épaisseur exacte ; elle représente le prolongement du *Calcaire à Ptérocères* du Havre. Il y a du reste une grande analogie entre la coupe que nous venons de citer et celle du Havre telle qu'elle a été donnée par M. Lennier.

a.	Argile grise (*O. subdeltoidea*)	$5^m,00$
b.	Calcaires coquillier à *Amm. Cymodoce* et *Bel. nitidus.*	$0^m,65$
c.-g.	Argile grise ou brune entre deux lits d'*O. subdeltoidea.*	$3^m,34$
	Calcaires compacts à *Ter. humeralis.*	$0^m,30$
	Alternances d'argile et de calcaire marneux avec un petit lit de grès micacé (*f*).	$2^m,95$
h.	Calcaire marneux à Ptérocères.	$0^m,90$

M. Lennier cite dans cette couche : *Amm. decipiens. A. Cymodoce*, *A. Eumelus*, *Pterocera Oceani*, *Pt. Ponti*, *Phol. Protei*, *Pinnigena Saussurei*, *Ostrea subdeltoidea*, *O. solitaria*, *Rh. inconstans*, *Ter. subsella*, *Zeil. humeralis*, *Rhabdocidaris Orbignyi*, *Pygurus Royeri.*

Au Havre la coupe se continue et nous rencontrons au-dessus :

i.	Argile grise et bleue avec banc de calcaire gris.	$5^m,1$
j	Argile durcie avec gros rognons de calcaire fendillé et *Amm. Cymodoce* (n°17).	$1^m,3$

Plus haut la faune change et nous passons à un nouveau systèm de couches :

VIII. ZONE A AMM. ORTHOCERA. — La base en est constituée par le assises suivantes :

k.	Argiles bleues (n°18 et 19 de la coupe de M. Lennier).	$1^m,$
l.	Argile à Ammonites (n° 20) (*Amm. Lallieri*, *A. Contejeani*, *A. orthocera*, *A. mutabilis*, *A. Eumelus*, *A. longispinus*, etc.).	$0^m,$
m.	Argiles alternant avec des bancs calcaires pétris d'*Exogyra virgula* de grande taille et souvent bilobées (n° 21).	$18^m,$
n.	Argile grise et brune (n° 22).	

---

(1) Cette forme moins allongée que le type, à plis plus gros et moins régulie est bien constante à ce niveau, et devrait en être distiguée spécifiquement.

C'est ici le commencement des couches qui ont été généralement désignées par les géologues français sous le nom de *Marnes à gryhées virgules.*

Si nous nous reportons aux ouvrages de d'Orbigny, nous verrons u'il a distribué, de la manière suivante, les couches que nous ve- ons d'étudier dans ses différents étages :

12. Callovien . .	I.	Marnes de Dives à *A. Lamberti.*
	II.	Marnes de Villers à *A. Mariæ.*
13. Oxfordien . .	III.	Oolithe ferrugineuse à *A. cordatus.*
	IV.	Oolithe de Trouville à *A. Martelli.*
14. Corallien. . .	V.	Coral-rag de Trouville.
	VI.	Calcaire siliceux d'Hennequeville.
15. Kimmeridien.	VII.	Marnes de Villerville (*A. Cymodoce*).
	VIII.	Marnes à *Exogyra virgula* (*A. orthocera*).

Mais d'un autre coté les couches que nous venons d'étudier en ormandie sont le prolongement immédiat des couches anglaises ont la division en *Kelloway rock*, *Orford clay*, *Coral-rag and Pisote*, *Kimmeridge clay*, a certainement servi de point de départ pour division en étages adoptée par d'Orbigny ; il sera par suite intéssant de comparer le type anglais au type français qui en est le plus voisin géographiquement.

La faune du Kelloway rock est une faune bien connue qui ne corresond guère qu'à la partie tout à fait inférieure du Callovien de d'Orgny : l'*A. Duncani* et tous les fossiles des Marnes de Dives et de llers ont toujours été cités comme caractéristiques de l'Oxford clay. division anglaise nous paraît bien plus rationnelle ; le Callovien duit aux zones à *Am. macrocephalus* et *Am. anceps* présente une faune en spéciale, et dans le Nivernais il est même séparé par une disrdance de l'Oxfordien proprement dit, et recouvert directement par olithe ferrugineuse à *Am. cordatus.*

Pour la comparaison des terrains plus élevés, nous aurons recours x excellentes coupes détaillées qui ont été données par MM. Blake Hudleston (1). Sur la côte anglaise aux environs de Weymouth, en e la côte normande, l'Oxford clay se termine par un banc de *G. atata* avec *Amm. cordatus* et *O. gregarea* (c'est probablement la rtie supérieure de notre zone III, Ool. ferr. *A. cordatus*). Au-dessus distingue :

---

1) *The corallian rocks of England, Quart journ. géol. soc.*, vol. XXXIII, p. 260, janv. 1877.

1° des sables et grès calcarifères (calcareous grit), désignés plus spécialement ici sous le nom de « Nothe grit », avec grande abondance de *Perna quadrata* et en outre *A. cordatus*, *A. perarmatus*, *Gr. dilatata* (de grande taille), *O. gregarea*, *Ostrea sp.* (forme deltoïde, très probablement l'*O. unciformis*), *Millericrinus echinatus*, etc. (ep. 10^{m},00).

2° des argiles (Nothe clay) avec une faune analogue à celle des grès (ép. 13^{m},50).

3° des grès (Bencliff grit series) avec une faune peu caractérisée (ép. 7^{m},00).

4° Une série de couches oolithiques (Osmington oolithe) avec *A. perarmatus*, *Chemnitzia heddingtonensis*, *Opis corallina*, *Opis Phillipsi*, *Echinobrissus scutatus*, tantôt compactes, tantôt alternant avec des marnes (ép. d'environ 17^{m},00).

Ces couches 1 à 4, représentent rigoureusement l'Oolithe de Trouville qui se termine également sur la côte française par les couches à *Opis*. Du reste, à peu de distance au S.-E. de Trouville, dans la Sarthe la partie inférieure de cette zone est aussi à l'état de *Calcareous gri* comme sur la côte anglaise. Ces couches ont été rattachées par d'Orbigny à l'Oxfordien, tandis que les géologues anglais les ont rattachée au Corallien.

5° Les « Trigonia beds » présentant à leur base un banc calcaire (mai limestone) et au sommet des calcaires gréseux, paraissent bien correspondre au calcaire corallien de Trouville et au calcaire siliceu d'Hennequeville. On y trouve en effet l'*O. solitaria*, le *Cidaris florigemma* et l'*Hemicidaris crenularis*, c'est-à-dire les fossiles caractéristiques de l'étage corallien : mais les géologues anglais y citent également l'*Am. cordatus* et l'*Echinobrissus scutatus*. Nous n'avons pas p voir d'après le mémoire précité, si ce mélange est réel ou tient seulement à l'adjonction à ce groupe de faune corallienne d'un lit inférie appartenant encore au système inférieur (ép. 10^{m},00).

6° Immédiatement au-dessus on rencontre une couche d'argile marne bleue (Sandsfoot clay) dont l'épaisseur est variable, mais d passe sur certains points 13 mètres ; elle présente deux bancs de c caire dur fossilifère avec *O. subdeltoidea*, *Bel. nitidus*, *Amm. decipien* c'est l'équivalent des *Marnes de Villerville*, avec la même compositi minéralogique et la même faune.

7° Ces couches sont surmontées par une série de grès et de sab (Sandsfoot) grits avec *A. Cymodoce*, *A. Achilles* (?), *Bel. nitidus*, *O. s deltoidea*, *O. solitaria*, qui par leur faune se rattachent à la couc précédente ; on y signale encore le *Cidaris florigemma*. Leur épaisse dépasse 10 mètres. Ils ne paraissent représentés sur la côte n mande que par un témoin bien réduit, la couche de grès *f* de Vill ville et de Trouville, et le petit lit de grès micacé signalé au Havre par M. Lennier au même niveau.

8° C'est au-dessus de ces grès que viennent se placer les minerais de fer d'Abbotsbury dans lesquels on signale : *Rh. inconstans*, *Rh. corallina*, *Ter. subsella*, *Waldheimia* (*Zeilleria*) *lampas* (une forme qui se rattache à la *Z. humeralis*, et que nous avons retrouvée au même niveau dans le Berry), et des *Ptérocères* qui n'ont malheureusement pas été déterminés spécifiquement. C'est la faune des *Marnes à Ptérocères*.

9° Enfin au-dessus, comme au Havre, nous retrouvons les Marnes à Gryphées virgules, constituant le grand massif du *Kimmeridge clay*.

Comme on le voit, l'analogie des dépôts est frappante entre la série anglaise et la série normande, et leur correspondance terme à terme n'est pas douteuse.

MM. Blake et Hudleston ont groupé toutes les roches dont nous venons de parler, depuis le « Calcareous grit inférieur » jusqu'au « supra coralline oolite », sous le nom de « Corallian rocks » ; mais ce terme, n'a pas pour ces géologues, comme ils l'indiquent expres-ément, la valeur d'un étage ; il comprend seulement des roches ayant un faciès particulier, mais d'âge probablement différent, et qui se ont déposées pendant les périodes oxfordienne et kimmeridienne. Les termes inférieurs appartiennent bien comme nous l'avons vu à Oxfordien, tandis que les termes supérieurs à partir du « Sandsfoot Clay » sont considérés par MM. Blake et Hudleston comme fai-ant partie du Kimmeridien. Mais est-il bien nécessaire cependant e supprimer le mot de corallien, et ne pourrait-on pas lui conser-er une signification déterminée ? C'est seulement quand nous aurons chevé l'étude du bassin parisien, qu'il sera possible de répondre à ette question.

DEUXIÈME PARTIE : BOULONNAIS.

Le Boulonnais est bien connu par les travaux de MM. Pellat, Loriol, igaux et Sauvage (1). Nous l'avons parcouru nous-même en 1871-72, our la révision des contours de la carte géologique.

La route d'Alincthun au Wast et au Mont des Boucards donne ne coupe presque complète des terrains que nous étudions ici.

Le *Callovien*, représenté par les Argiles ferrugineuses de Belle et d'Alincthun avec *A. Galilæi*, Opp. (*A. calloviensis*, d'Orb. non Sow), *A. modiolaris*, *Zeil. umbonella*, *Rh. spathica*, *Gryphea* cf. *dilatata* (1), correspond bien au Kelloway rock des Anglais.

---

(1) Citons particulièrement l'excellent « Résumé d'une description du terrain rassique supérieur du Bas-Boulonnais, publié par M. Pellat dans les *Annales de Soc. géol. du Nord* » (15 mai 1878), et qui nous servira de guide ici.

Au-dessus les *Argiles de Montaubert* avec *A. Duncani* et *Serpula vertebralis* représentent les Marnes de Dives; elles sont recouvertes par des calcaires marneux gris, fissiles, avec *A. Lamberti* et *A. bicostatus*, Stahl (*bipartitus*, Ziet. d'Orb), qui paraissent représenter rigoureusement les couches 1-3 de la base de la coupe d'Auberville.

Les *Argiles du Coquillot*, au N. du Wast, caractérisées par l'extrême abondance de l'*A. Mariæ* (variétés plate et renflée, passant même vers le haut à l'*A. cordatus*) et par l'*A. Renggeri*, reproduisent la faune des Marnes de Villers. On y rencontre déjà la *Waldheimia* (*Aulacothyris*) *impressa*, mais cette espèce est bien plus abondante dans la couche immédiatement superposée, constituée par les argiles et calcaires en petits bancs dits « de la Liégette », qui renferferment en outre l'*A. cordatus* et de nombreux *Millericrinus*. C'est l'équivalent de l'oolithe ferrugineuse de Villers et du minerai de fer de Neuvizy. Au-dessus un banc de blocailles de 1^m,50 d'épaisseur avec nombreuses *Ostrea gregarea*, *Gryphea bullata*, *Waldh.* (*Zeilleria*) *Parandieri*, paraît représenter la marne noire de Villers à *O. gregarea* (III *e*) : on y rencontre par places de nombreuses serpules; M. Pellat y cite en outre l' *Am. Martelli* et le *Dysaster bicordatus*.

Cette couche est recouverte par un banc de calcaire assez peu épais (0^m,70) dit « *calcaire à Opis* ou calcaire d'Houllefort ». Ce calcaire présente une faune des plus intéressantes : M. Pellat y cite *A. Martelli*, *Pseudomelania heddingtonensis*, un grand nombre de Gastropodes et de Lamellibranches, parmi lesquels de nombreux *Opis* avec *Ostrea gregarea*, *Gryphea bullata*, un Polypier plat très abondant, *Thamnastrea arachnoides*, et enfin quelques fossiles qu'on est habitué à rencontrer plus haut : *Cidaris florigemma* et *C. Blumenbachi* (2).

Nous reconnaissons avec M. Pellat que « cette couche a beaucoup d'affinités avec l'oolithe à *Opis* et *Nérinées* qui termine à Trouville l'Oxfordien supérieur » ; sans aucun doute elle fait partie de notre zone IV, mais si l'on observe que pour toutes les couches inférieures il y a correspondance presque complète entre les couches de la Normandie et celles du Boulonnais, il paraît difficile que les 0^m,70 du calcaire d'Houllefort représentent tout l'ensemble de l'Oolithe de Trouville. Ce calcaire n'en représente vraisemblablement qu'une partie et il paraît naturel de le considérer comme l'équivalent de la partie inférieure : il nous répugne en effet d'admettre une lacune entre les couches de la Liégette et le calcaire à Opis ; si cette assise présente une si grande analogie de faune avec le sommet de l'Oolithe de Trouville, cela tient surtout à ce que ces deux faunes présentent le même faciès et il est bien probable que les *Opis* qui ont vécu au commencement de la zone IV n'étaient pas sensiblement différentes de celles que nous retrouvons à Trouville à la fin de cette même zone.

---

(1) C'est une forme spéciale à ce niveau en Angleterre et dans le Boulonnais e qui devra être distinguée spécifiquement.

(2) M. Rigaux a recueilli dans ce même banc un fragment d'*A. cordatus*, e d'assez nombreuses Ammonites de petite taille que quelques géologues ont considérées comme une espèce nouvelle, mais qui pour nous sont identiques à certaines variétés jeunes de l'*A. cordatus* de Neuvizy.

La réduction à 0^m70 de notre zone IV paraît d'autant moins probable que les couches qui lui succèdent présentent une épaisseur bien plus considérable que nos zones V et VI. Ces couches sont constituées par les *Calcaires du Mont des Boucards*, dont M. Pellat évalue l'épaisseur à 50 mètres environ. Ces calcaires présentent sur certains points des récifs de Polypiers avec faciès corallien, il est donc naturel d'y trouver la faune qui lui correspond et en particulier *Cidaris florigemma* et *Hemicidaris intermedia.* Mais à côté nous trouvons une faune de faciès vaseux dans laquelle on peut spécialement citer, parmi les fossiles les plus abondants, l'*O. solitaria*, bien identique au type de Sowerby et aux échantillons si fréquents dans le Corallien de Villers et de Trouville, et plusieurs Pholadomyes que nous retrouverons plus tard dans les calcaires de Creuë : un premier type que M. de Loriol a figuré sous le nom de *Ph. Protei*, mais qui nous paraît distinct des échantillons du Ptérocérien du Havre pour lesquels cette espèce a été faite et dans lesquels la partie antérieure est plus saillante et le bord ventral plus redressé ; un deuxième type de forme analogue au précédent, mais avec area cardinale, qui ne nous paraît pas avoir été signalé par M. de Loriol, c'est la *Ph. lineata;* enfin un troisième, la *Ph. pelagica* que nous avons indiquée précédemment dans le Corallien de Villers. Ces trois formes accompagnent à Creuë l'*Am. canaliculatus.*

A la partie supérieure des calcaires du Mont des Boucards, se développe, dans la vallée de la Liane, à Brucdale et sur plusieurs autres points, un récif de Polypiers avec la faune habituelle du Coral rag, *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis ;* et ce récif est surmonté par des argiles noires avec *O. subdeltoïdea*, semblables en tout point aux Argiles de Villerville. Comme en ce dernier point, on rencontre dans les argiles des nodules de fer carbonaté, et à Brunembert, on voit se développer à la partie supérieure de l'assise des grès rougeâtres qui rappellent tout à fait les grès et poudingues de Trouville et de Villerville. L'identité de composition des deux assises est frappante. Il en résulte que le calcaire à Polypiers de Brucdale occupe la même position que le calcaire siliceux d'Hennequeville. Il est intéressant de signaler ici que M. Pellat a recueilli dans les grès de Brunembert plusieurs Ammonites qui paraissent devoir être rattachées à des types de la zone à *Am. polyplocus.*

A ces grès succèdent des calcaires oolithiques dans lesquels M. Pellat a distingué trois niveaux : 1° l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé, ou oolithe à Nérinées dans laquelle nous trouvons la *Ter. cincta* et la *Zeilleria Egena*, *Bayle* (1), des calcaires crayeux de Bourges, avec la *Ph. Protei* du Havre ; — 2° des argiles à *O. subdeltoïdea* et des calcaires compacts peu épais ; — 3° les calcaires de Bellebrune jaunâtres, sableux, très fossilifères avec marne blanche oolithique ; c'est là seulement où nous rencontrons la vraie *Zeilleria humeralis.*

Comme l'ont bien reconnu les géologues de Boulogne, ces couches correspondent rigoureusement aux « Supracoralline beds » et aux minerais de fer d'Abbotsbury en Angleterre. C'est à ce niveau qu'on rencontre dans ce pays la *Zeilleria lampas* (Sow.), qui ne doit être considérée que comme une variété plus développée de la *Z. humeralis*, variété que nous retrouvons abondamment dans le Berry dans l'Oolithe à Nérinées, tout à fait au sommet des Calcaires à Astartes.

Les sables et grès de Wirvigne surmontent dans le Boulonnais les calcaires de Bellebrune : ils renferment comme les calcaires à Ptérocères du Havre, le *Pygurus Royeri*, *Ter. subsella*, et la même forme d'*Ex. virgula* à gros plis.

Comme au Havre, on retrouve au-dessus la zone à *A. orthocera.*

TROISIÈME PARTIE : ARDENNES ET MEUSE

Le Boulonnais nous présente une partie de l'ancien rivage jurassique constitué par ce que l'on a appelé l'*axe de l'Artois.* Si on suit ce rivage vers l'est, on voit les formations jurassiques disparaître d'abord sous le terrain crétacé, puis reparaître dans les Ardennes. Notre confrère et ami, M. de Lapparent, a bien voulu nous communiquer le résumé suivant de ses observations sur cette région.

« Au-dessus des minerais de fer calloviens, à *A. anceps*, *A. Chamousseti*, *A. Goweri*, *Ostrea Knorri*, avec plaquettes et argiles à *Trigonia arduennensis*, s'étend la grande masse de l'Oxfordien, puissante de 100 à 120 mètres.

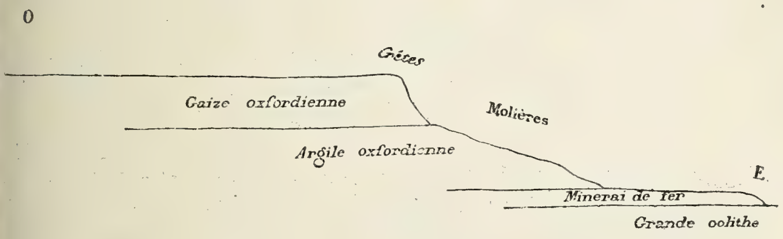
» Cette masse se sépare en deux étages nettement distincts : l'étage inférieur argileux, très peu fossilifère, à *Gryphea dilatata* (var. renflée et recourbée) ; l'étage supérieur, gaizeux.

---

(1) C'est l'espèce que nous avions signalée, sans la nommer, dans notre première note sur le Berry. *Bull. Soc. géol.*, t. III, p. 127, n° 50 (*Waldheimia* Sp.)

» Le premier forme des pentes douces sur lesquelles sont assises les parties riches des forêts depuis la Meuse jusqu'à Signy-l'Abbaye (Molières).

» Le second donne naissance à des escarpements très raides, également couverts de bois et formant ce que, dans le pays, on appelle les *Crêtes*.



» La gaize oxfordienne, tendre dans sa partie inférieure, où elle ie contient guère que des moules de *Pholadomya*, *Pecten*, *Mytilus*, vec *Ammonites Mariae*, devient de plus en plus siliceuse en approhant de son sommet. L'arête des Crêtes, au voisinage d'Omont et u Mont-Dieu, est constituée par une assise de gaize sans consistance, mpâtant de très nombreux nodules gris bleuâtres, d'une grande dueté, où les fossiles sont, pour la plupart, devenus siliceux. C'est là u'on commence à trouver en abondance *Ostrea gregarea*, et *G. dilaata* (var. très grande et plate).

» Derrière le village de Sauville, sur le chemin de Sauville à Louergny, cette gaize à rognons durs, exploitée pour l'empierrement, st recouverte immédiatement par une marne moitié sableuse, moitié rgileuse, avec quelques petites oolithes ferrugineuses, et nombreux ssiles, la plupart siliceux, du niveau de Neuvizy. On y trouve :

» *Ammonites Martelli* (cf.), *A. cordatus*, *Gr. dilatata* major, *O. gregaea*, *Chemnitzia heddingtonensis*, grandes *Gervillies* à charnière extrêiement épaisse, nombreux *Pecten* du type *P. vagans*, *Gryphœa llata*, avec les oursins suivants : *Galeropygus*, *Cidaris cervicalis* adioles). *Acrosalenia decorata*, *Echinobrissus micraulus* (particulièreent abondant), *Pseudodiadema*; enfin une grande abondance de *illericrinus.*

» Immédiatement au-dessous de cette couche, dans une exploitaon de nodules, j'ai trouvé, une seule fois, un *Dysaster*.

« Au point en question, la couche, entamée en tranchée, est peu rrugineuse; ses affleurements vers l'est paraissent le devenir davange à mesure qu'ils sont moins recouverts et sur les crêtes de La

Cassine on rencontre des plaques de terrain ferrugineux très rouge, avec fossiles silicifiés de ce niveau.

» A Neuvizy, la couche exploitée est dans ces mêmes conditions, c'est-à-dire qu'on ne l'observe qu'en *affleurements extrêmes*, venant couronner la crête de gaize oxfordienne. Là, elle constitue une couche de 2 à 3 mètres, entièrement composée d'oolithes ferrugineuses, dans laquelle sont *interstratifiés* de petits lits discontinus de fossiles en partie brisés et silicifiés (faune de Neuvizy.)

» Toute idée de transformation ultérieure de la couche doit être exclue, car elle est recouverte par un petit conglomérat de cailloux et de sable vert, appartenant à l'époque du Gault inférieur.

» Je suis porté à croire que le caractère ferrugineux était spécial au bord extrême du bassin et que, plus on s'avançait vers le centre, plus le faciès calcaire ou marneux tendait à s'accentuer.

« En effet, le long et au pied de la crête corallienne qui s'étend au sud de Neuvizy, notamment à Mazerny, rien ne trahit l'élément ferrugineux, tandis qu'il suffit de s'avancer jusqu'aux affleurements extrêmes de la crête pour retrouver les couches à l'état de minerai, anciennement exploité.

» En tous cas, à Mazerny comme à Sauville, Louvergny, Chagny, etc., on peut constater que l'Oxfordien de Neuvizy est immédiatement recouvert par une *marne* argileuse et d'un gris *noirâtre à la base*, de plus en plus calcaire au sommet, où abonde *Phasianella striata*, de dimensions souvent gigantesques. Avec elle se rencontrent des fragments, quelques-uns très gros, d'Ammonites, les unes du groupe *Perisphinctes*, c'est l'*A. Martelli*, d'autres du type *Aspidoceras*

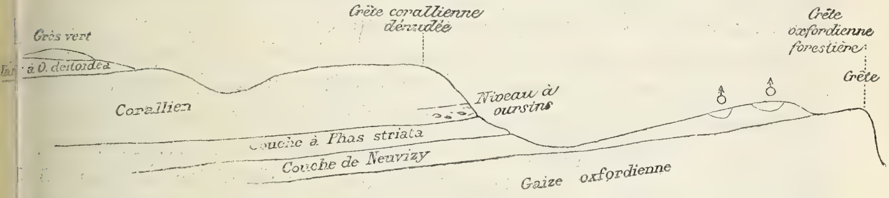
» Cette argile ou marne a 10 ou 12 mètres d'épaisseur.

» Elle est immédiatement surmontée par le Corallien, sous forme d'une *marne calcaire* avec de très nombreuses petites huîtres (typ *bruntrutana*) et de très gros radioles de *Cidaris florigemma*.

» Cette marne calcaire n'a que 2 ou 3 mètres et supporte les vrai *récifs à nombreux Polypiers en place*, rognonneux et caverneux, conte tant les oursins ordinaires du Glypticien, entre autres *Hemicidar crenularis*.

» Au-dessus de ce niveau rognonneux, spathisé par remplissag des Polypiers et exploité en de nombreux points pour les routes, l Corallien devient plus marneux, à cassure assez plane, blanc jau nâtre. Plus haut il redevient dur et contient des moules de *Dicera* Enfin à la partie supérieure, en divers points des environs du Chesn (Petites Armoises, etc.), il forme des bancs réguliers d'un sable ool thique, parfois agrégé, avec moules de Nérinées.

» Au sommet de la route du Chesne à Poix, le Corallien est reco vert par une marne argileuse à *Ostrea subdeltoidea* typique (l'Orphane, Montardré). Mais cette marne est difficile à bien voir, recouverte qu'elle est constamment par les débris de la formation du Grès vert.»



Cette description si claire est tout à fait d'accord avec celle que Buvignier a donnée de la même région en 1842; elle est précisée par une meilleure détermination de fossiles. Nous allons compléter d'après ce dernier auteur la partie supérieure de la coupe.

Au-dessus du Coral-rag, Buvignier signale la couche de marne noire avec *O. subdeltoidea:* elle renferme des plaquettes de calcaire gris marneux et des lumachelles surbordonnées; son épaisseur est de 2 à 3 mètres. Elle est surmontée par un calcaire jaunâtre oolithique (ép. 4 à 5 m.), qui constitue avec la couche précédente le sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes. Nous ne pouvons guère y citer d'après les listes de Buvignier, outre les nombreuses Astartes qui donnent leur nom à l'étage, que les fossiles suivants : *O. subdeltoidea*, *O. solitaria*, *Ex. bruntrutana*, *Ter. subsella* et *Bel. Souichi?* (c'est probablement le *Bel. nitidus*).

Le sous-groupe supérieur comprend « des calcaires marneux blan-
» châtres et des calcaires grisâtres sub-compacts, passant vers le
» haut à des calcaires grisâtres gris compacts, d'aspect lithogra-
» phique, qui ont une épaisseur considérable. Ils sont recouverts
» par des calcaires d'un *blanc très vif*, tantôt terreux et empâtant
» des oolithes irrégulières, la plupart plus grosses que des pois,
» tantôt oolithiques à grains irréguliers, tantôt crayeux, tantôt enfin
» très compacts. Au-dessus viennent des calcaires compacts, puis
des calcaires marneux avec *Ex. virgula*, *Pholadomya Protei*, *Pte-*
» *rocera Oceani.* ». M. Buvignier signale à la partie supérieure de ce sous-groupe de petits lits coquilliers rougeâtres à lamelles cristallines. Ce caractère est très constant dans tout toute la région de l'est au niveau des couches à Ptérocères. Au-dessus on retrouve les marnes proprement dites à *Ex. virgula.*

On voit que nous retrouvons ici avec un plus grand développement les argiles à *Osubdeltoidea* et l'Oolithe à Nérinées du Boulonnais, recouverts par les Marnes à Ptérocères du Havre. Les relations et équivalences de ces couches sont une fois de plus confirmées.

Si maintenant nous cherchons à suivre ces diverses couches vers le sud, nous aurons la bonne fortune de retrouver encore dans la Meuse les consciencieuses études de Buvignier dont nous avons toujours pu vérifier la scrupuleuse exactitude.

Occupons-nous d'abord des étages inférieurs, sur lesquels nous n'aurons que peu de choses à ajouter. Buvignier signale dans le nord du département des minerais de fer qu'il considère comme le prolongement des minerais calloviens du département des Ardennes : nous avons retrouvé ce niveau représenté par des calcaires argileux à partir de Toul et nous l'avons suivi vers le sud jusqu'aux minerais de fer de Liffol dans la Haute-Marne (1).

Les marnes oxfordiennes qui viennent au-dessus ne nous ont fourni qu'un petit nombre de fossiles ; elles constituent dans le département de la Meuse une ligne de pentes raides couronnées par les calcaires du Corallien, c'est ce qu'on appelle les *côtes*. Nous y avons recueilli à la base près de Toul le *Belemnites clucyensis* et de nombreuses *Nucula;* à un niveau un peu plus élevé, dans une carrière d'argile ouverte à Happoncourt près de Neufchateau nous avons rencontré de nombreux *A. Mariæ* associés à de jeunes *Peltoceras* (*P. athleta ?*)

Ces argiles sont recouvertes par un système de couches calcareo-siliceuses où l'on retrouve les fossiles de Neuvizy et notamment *Ter. Galliennei*, *Zeilleria Parandieri*, *Ter.* (*Dictyothyris*) *dorsocurva*, *Rhynchonella Thurmanni*, associés au *Dysaster bicordatus* et à de nombreuses *Pholadomyes*. C'est la faune et le prolongement stratigraphique des couches de Neuvizy ou zone à *A. cordatus*. Il est intéressant de retrouver à ce niveau la faune de l'Argovien de M. Marcou, l'*Echinobrissus micraulus* si abondant à Neuvizy et le *Dysaster bicordatus*, que nous trouvons aussi dans le Boulonnais, dans les Ardennes et dans la Meuse, toujours à ce niveau.

La partie supérieure de cette zone est bien visible à la station de Pagny-sur-Meuse : les déblais accumulés à l'extrémité ouest du tunnel ont fourni à notre confrère M. Schlumberger, ingénieur en chef de la marine, une faune des plus intéressantes : tous les fossiles y sont siliceux et remarquablement conservés. Les mêmes couches sont visibles dans un emprunt pour le chemin de fer, ouvert à la sortie de la gare ; on peut y recueillir en abondance *Ter. Galliennei*, *Rh. Thurmanni*, avec *Zeilleria Parandieri*, de nombreux *Millericrinus* et le *Dysaster bicordatus*. Au N. de la gare on voit ces couches présenter à leur partie supérieure des lits de grandes *Gryphea bullata*, formant également un horizon très constant dans toute la région.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 568 et suiv.

Immédiatement au-dessus apparaissent brusquement de grands amas de Polypiers avec nombreux Echinides (*Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*), et *Zeilleria Censoriensis*. Les Brachiopodes y sont encore quelquefois siliceux, surtout à la partie tout à fait inférieure.

Ces couches qui représentent la base de ce qu'on a appelé l'étage corallien sont assez uniformes dans toute la région comprise entre Commercy et Neufchateau. Tantôt les calcaires à Polypiers forment des nappes continues, tantôt ils présentent une tendance à constituer des récifs plus ou moins arrondis et séparés, dont l'intervalle est rempli par des calcaires crayeux ou subcrayeux. Souvent ces calcaires sont moins résistants aux agents atmosphériques et les récifs de Polypiers, restant en saillie, forment des roches plus ou moins pittoresques, telles sont les *roches de Saint-Mihiel* au nord de cette ville; un phénomène analogue peut s'observer au bas de la falaise de Pagny-la-Blanche-Cote.

Ce affleurements du Corallien représentent une ligne de récifs analogue à celles que l'on observe autour des îles du Pacifique : du coté de la haute mer, là où les vagues déferlaient, il s'est déposé aux pieds du récif un calcaire grossier avec débris de crinoïdes ressemblant beaucoup au calcaire à entroques : des calcaires de cette nature sont exploités en plusieurs points autour de Commercy. Du côté de la terre, au contraire, ou dans les passes abritées, nous devons retrouver des sédiments plus fins, tels que les calcaires crayeux ou subcrayeux que l'on peut observer entre les récifs de Polypiers à Saint-Mihiel et à Pagny--la-Blanche-Cote. Dans les passes plus larges, plus ou moins soumises à l'influence d'apports argileux, comme par exemple à l'embouchure des cours d'eau, nous aurons des dépôts fins de calcaire lithographique ou de calcaire marneux. — Plusieurs accidents de cette nature ont été signalés par Buvignier : le plus connu est celui de Creuë où des calcaires fins, compacts avec *Ammonites* et *Pholadomyes*, viennent affleurer sur le niveau stratigraphique des calcaires à Polypiers et sont, comme ces derniers, superposés aux calcaires à fossiles siliceux, Nous avons pu étudier un de ces accidents, celui de Girauvoisin.

La faune des calcaires de Creuë est des plus intéressantes. Si, en effet, la faune dite corallienne est si nettement distincte de la faune oxfordienne, c'est qu'elle correspond à un changement complet de faciès; ce sont des animaux d'*habitat différent*, mais rien ne prouve qu'ils soient d'*âge différent*. Dans la faune de Creuë, au contraire, nous retrouvons le même faciès marneux que dans l'Oxfordien, et la comparaison des deux faunes pourra alors nous permettre de préciser la différence d'âge des deux dépôts. Parmi les Ammonites qui ont été recueillies à ce niveau il nous suffira de signaler l'*A. canaliculatus* caractéristique d'une zone particulière, dont l'existence a été signalée en un très grand nombre de points au-dessus de la zone à *A. cordatus*, et dans laquelle on trouve également l'*A. transversarius*. La partie inférieure de ce qu'on a appelé Corallien dans la Meuse et les Ardennes, doit donc être considérée comme synchronique de la zone à *A. canaliculatus* ou à *A. transversarius*.

Nous avons déjà signalé l'analogie frappante de constitution et de position des calcaires de Creuë avec ceux du mont des Boucards dans le Boulonnais ; cette même analogie se retrouve dans la faune de ces de ces deux localités ; nous avons cité plus haut comme identiques dans les deux localités les *Ph.* cf. *Protei*, *Ph. lineata*, et *Ph. pelagica*.

La partie inférieure des calcaires du mont des Boucards représenterait donc aussi la zone à *A. canaliculatus* et serait bien comme nous l'avons dit déjà l'équivalent de la partie supérieure de l'Oolithe de Trouville.

Si nous continuons maintenant l'examen des couches de la Meuse, nous trouverons au-dessus des calcaires à Polypiers, des calcaires tantôt crayeux ou subcrayeux, tantôt oolithiques. Vers la partie supérieure on distingue un niveau de calcaires blancs à oolithes irrégulières avec *Dicéras* et *Nérinées*, c'est le niveau du *Diceras arietinum*, dont la faune est bien connue aux environs de Saint-Mihiel, grâce aux recherches de notre confrère M. Moreau.

Au-dessus on distingue des calcaires presque toujours compacts et d'un blanc de craie, souvent exploités, et formant dans cette région un horizon d'une grande constance. Nous les avons observés près de Saint-Mihiel, au nord à la côte Sainte-Marie, et au sud dans une grande carrière située immédiatement au-dessous du fort qui a été établi sur l'emplacement du Camp romain ; près de Commercy sur la route de Saux avant la forêt ; à Voix, où ces calcaires sont finement oolithiques et exploités en plusieurs points autour de la ville. Ils sont également exploités au N. de Vaucouleurs, au sommet de la falaise de Pagny-la-Blanche-Côte. Nous les retrouverons encore plus au sud à Chermizey. Ils terminent dans cette région ce qu'on a appelé « l'étage corallien ». C'est bien l'opinion à laquelle s'est arrêté M. Hébert (1), et, avec lui, la plupart des géologues considèrent les assises que nous rencontrerons plus haut comme faisant partie du « Calcaire à Astartes ».

---

(1) Les Mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, 1857, p. 58 et suivantes.

Au-dessus du Corallien nous avons vu que Buvignier avait reconnu dans les Ardennes les niveaux suivants de bas en haut :

1° Marnes à *O. subdeltoidea* et lumachelles, avec calcaires jaunâtres oolithiques.

2° Calcaires marneux et lithographiques.

3° Oolithe blanche.

4° Calcaires compacts et marneux à *Pterocera Oceani.*

Nous allons retrouver la même succession de couches entre Commercy et Neufchateau.

I. *De Commercy à Saux.* Commercy est situé sur la partie inférieure lu Corallien dont les couches affleurent sur la route de Lérouville. Au dessus de la ville sur la route de Saux, on voit affleurer à 'entrée de la forêt, les calcaires oolithiques à Nérinées surmontés ar les calcaires blancs compacts, oolithiques par places, qui terninent le Corallien. Au-dessus on voit affleurer des calcaires marneux vec lits rougeâtres oolithiques intercalés, puis des lumachelles à etites huîtres et des marnes brunes avec fragments d'*O. subdeltoidea.* 'est bien la base du Calcaire à Astartes. De l'autre coté du ravin on etrouve les lits rougeâtres oolithiques avec *Rh. pinguis* et *Goniolina eometrica* recouverts par des lumachelles et des marnes argileuses. u-dessus on voit affleurer des calcaires marneux passant vers le aut à des calcaires compacts ou lithographiques et surmontés par ne couche de *calcaire blanc oolitique* avec petits galets calcaires réguliers. A ces calcaires succèdent des calcaires lithographiques ui se terminent au point culminant par des calcaires grumeleux vec *Zeilleria humeralis.* La route en redescendant reste sur ces êmes couches supérieures qui plongent vers le S.-O. et à la sortie u bois une carrière est ouverte dans des calcaires rougeâtres glanuleux, avec *Terebratula subsella*, *Goniolina geometrica* et *Ptérocères.* u-dessus de l'autre coté du vallon affleurent les marnes à *Exogyra irgula* du Kimméridien proprement dit ou *Virgulien.*

II. *De Void à Ménil-la-Horgne.* La série des couches est la même : ut autour de Void on exploite des calcaires durs oolithiques qui araissent subordonnés aux calcaires compacts du haut du Corallien, u plutôt leur sont immédiatement superposés. Dans les carrières êmes, ces calcaires sont surmontés par des marnes et calcaires arneux avec lumachelles d'*Exogyra bruntrutana.* Ces couches mareuses se prolongent jusqu'à la ferme de Rieval où une ancienne carère abandonnée montre au-dessus du calcaire marneux, une couche e *calcaire blanc oolithique* avec moules de *Diceras*, *Nérinées* et *Rh. nguis.* Cette assise se termine à sa partie supérieure par une uche dure à très grosses oolithes qui affleure sur la route à

800 m. environ au N.-O. de la ferme. Elle est recouverte par des calcaires compacts et glanduleux en lits minces et réguliers qui ont été exploités sur le bord de la route et qui renferment la *Zeilleria humeralis*. Plus haut on rencontre les calcaires avec intercalations de lits rougeâtres caractérisés par la *Ter. subsella* et les *Pterocères*, puis enfin avant le village les marnes du Virgulien.

III. *De Vaucouleurs à Mauvages.* — Nous n'avons eu occasion de relever que les deux extrémités de la coupe. Aux environs de Vaucouleurs, les calcaires blancs compacts du sommet du Corallien sont exploités à la sortie du bourg vers le nord. Au-dessus se montre un système de marnes et de lumachelles à *Ex. bruntrutana* dans lesquelles on rencontre de véritables argiles : telles sont celles que Buvignier signale à la tuilerie de Septfond ; c'est à ce niveau également que se trouvent celles que nous avons vu exploiter à Montigny-les-Vaucouleurs où elles forment un niveau d'eau important. A la tuilerie de Septfond on peut encore observer à la base un calcaire jaunâtre lumachelle avec *Ex. bruntrutana*, *Zeilleria Egena* (cf. *humeralis*), au-dessus des marnes grises et bleues, passant vers le haut à un calcaire compact lithographique avec plaquettes gréseuses. Ces calcaires compacts, marneux par places, forment tout le coteau qui sépare Montigny de Vaucouleurs. — Vers le haut on y distingue des calcaires durs subcrayeux, irrégulièrement oolithiques, blancs ou jaunâtres, présentant souvent de fines oolithes et empâtant de pseudo-oolithes plus grosses, avec *Zeilleria Egena*, *Nérinées* et *Astartes*. Un peu plus au sud, au-dessus de Neuville, ces mêmes calcaires se retrouvent avec un faciès franchement corallien.

A l'autre extrémité de la coupe on voit apparaître au fond du vallon de Mauvages, sur le coté droit, les calcaires compacts grumeleux en lits minces et réguliers avec *Zeilleria humeralis ;* ces couches plongent vers l'ouest et viennent passer sous les couches franchement kimmeridiennes dans lesquelles a été ouvert le souterrain de Mauvages.

IV. *De Greux à Gondrecourt.* — La coupe est analogue aux précédentes : à l'ouest de Greux on voit affleurer les couches siliceuses du sommet de l'Oxfordien avec *Dysaster bicordatus*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Terebratula Galliennei*, *Pholadomya exaltata*, etc. Au-dessus au coude de la route apparaissent les bancs inférieurs du Corallien avec *Zeilleria delemontana* (1), puis le Corallien proprement dit avec ses caractères habituels. Au sommet de la montée, vers la fin du bois de Greux, on trouve le niveau marneux qui correspond à la base du Calcaire à Astartes; on le retrouve plus loin au-dessus de Vouthon-Bas. Il est surmonté par des calcaires compacts ou oolithiques qui affleurent jusqu'à Gondrecourt : la route restant toujours en plateau se prête mal à l'étude de la succession des assises, mais une tranchée à l'arrivée de cette ville et la vallée de l'Ornain donnent une bonne coupe de la partie supérieure du Calcaire à Astartes. A un kilomètre au sud de la ville, dans la vallée, on voit apparaître les *calcaires blancs oolithiques* de la partie moyenne du Calcaire à Astartes, surmontés par des calcaires lithographiques en bancs minces bien visibles dans la tranchée du chemin qui descend de la gare à Gondrecourt ; ces calcaires lithographiques affleu-ent également sur la route de Greux au-dessous du château et sur elle d'Abainville où ils présentent dans les délits marneux *Zeilleria umeralis* (type) et *Goniolina geometrica.* Au-dessus, la tranchée de ette même route donne la coupe suivante, de bas en haut :

---

(1) Les *Zeilleria delemontana* et *Zeilleria censoriensis* paraissent être des variétés d'une même espèce et se remplacent mutuellement au même niveau. La *Z. censoriensis* plus épaisse, de plus grande taille, paraît représenter un degré de développement de plus, dû à des conditions d'existence plus favorables. A Druyes

1° Calcaire lithographique dur, formant le sommet du système précédent ;	
2° Oolithe grossière et irrégulière rougeâtre ou bleuâtre, tantôt peu agrégée, tantôt passant à des lits de calcaire très dur (*Goniolina geometrica ;* moules de *Diceras*) . .	2m,50
3° Bancs minces peu réguliers de calcaire dur rougeâtre et bleuâtre avec filets marneux	2m,00
4° Banc très dur de lumachelle bleuâtre	0m,20
5° Marne et calcaire marneux bleuâtre avec fragments de petites huîtres	1m,50
6° Calcaire marneux bleuâtre présentant à la base un lit plus dur de 0m,15 formant saillie	1m,50
7° Marne et calcaire marneux dur avec *Ex.* cf. *virgula* . .	2m,00
8° Calcaire glanduleux très dur avec parties oolithiques ; filets marneux vers la base ; vers le haut couche plus marneuse avec nombreuses *Z. humeralis*, de grande taille (*Ter. subsella, Pterocera Oceani, Pt. Ponti, Nerinea Desvoidyi, Goniolina geometrica*)	2m,50
9° Calcaire glanduleux analogue au précédent, moins dur et renfermant en abondance la *Ter. subsella.* Même faune que le précédent	2m,50

---

la *Z. censoriensis* est fréquente on observe que tous les Brachiopodes sont de s grande taille et présentent un développement anormal.

C'est la partie supérieure de l'étage ; immédiatement au-dessus le sol s'élève sur les couches marneuses du Virgulien.

Si nous remontons la vallée de l'Ornain ver le sud, nous reverrons les *calcaires blancs oolithiques* bien développés depuis la vallée du Vauron jusqu'au bois de Montruche, puis au-dessus des calcaires blancs compacts avec *Rh. pinguis*, *Zeilleria Egena*, qui affleurent dans le bois de Bertheleville et jusqu'au delà de ce village, où ils forment falaise sur le bord de la route. Des calcaires de même nature se montrent encore jusqu'à Dainville où apparaissent des deux côtés de la vallée les marnes et lumachelles à *Ex. bruntrutana* du Calcaire à Astartes inférieur : on les voit affleurer sur la rive gauche, au sud du village à la descente, et sur la rive droite au-dessus des carrières ouvertes dans des bancs durs bleuâtres oolithiques qui paraissent représenter la pierre de Void, c'est-à-dire la base du Calcaire à Astartes.

V. — Nous croisons ici une coupe des plus complètes et des plus intéressantes, celle *de Neufchâteau à Chassey* par Chermisey et Dainville.

Elle débute par le Bathonien à Neufchâteau : nous en avons donné la coupe dans une note précédente (1). Nous avons signalé, au-dessus, le Callovien sur la rive gauche de la Meuse, sur la rout de Frébécourt. A l'entrée de ce village on voit les premières couche de l'Oxfordien avec *Pentacrinus cingulatus*, puis au delà au nord ouest du village les argiles à *A. Mariæ*. Au delà de Sionne o retrouve les couches siliceuses de la partie supérieure de l'Oxfordien puis la base du Corallien. A la montée de Chermisey on peut releve la coupe suivante de bas en haut :

1° Calcaire dur irrégulièrement et grossièrement oolithique, rougeâtre (à rattacher au calcaire à Polypiers) . . 10^{m},0

2° Calcaire blanc crayeux dur avec Gastropodes, Lamellibranches et Polypiers. Ce calcaire renferme par places des oolithes blanches irrégulières plus ou moins nombreuses ; vers le haut il présente un niveau fossilifère avec *Diceras* et nombreuses *Nérinées* ; environ. . . . . 25^{m},0

3° Calcaire compact subcrayeux devenant vers le haut dur, compact et bleuâtre . . . . 25^{m},

4° Calcaire compact, dur, glanduleux faisant saillie. . . 4^{m},

5° Calcaire dur irrégulièrement oolithique par places (c'est la pierre de Dainville) . . . . 4^{m},

La surface supérieure de ce banc est comme corrodée ; immédiat ment au-dessus et formant le haut de la côte on voit affleurer un niveau marneux avec *Exogyra bruntrutana* et *Zeilleria Egena* (de petite taille). C'est ce niveau que nous retrouvons toujours dans le sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes depuis Commercy.

---

(1) *Bull. Soc. Geol.*, 3ᵉ série, t. VI, p. 568.

De Chermisey à Avrainville et Dainville, la pente du terrain est à peu près égale au plongement des couches et la route suit le contact du banc dur n° 5 et des marnes à *Ex. bruntrutana.* Nous avons déjà signalé ces deux couches à Dainville.

Si on monte à l'ouest de ce village on voit affleurer au-dessus des marnes, des calcaires compacts et oolithiques avec Nérinées et Dicérates, exploités dans une carrière située un peu au S.-O. sur la route de Grand. Sur la route de Chassey ces couches passent à des calcaires lithographiques exploités un peu avant le sommet pour matériaux d'empierrement. Au-dessus apparaissent des couches d'un *calcaire oolithique* tendre, très *blanc*, sans fossiles, surmontées d'une assise à grosses oolithes avec Nérinées et *Rh. pinguis*, passant vers le haut à un calcaire compact, dur, oolithique par places avec Nérinées. Ce calcaire occupe les sommets vers le sud jusqu'au point 411. On peut évaluer à 50 mètres environ l'épaisseur de ces couches comprises entre la pierre de Dainville et l'oolithe blanche et à 15 mètres les couches qui dépendent de cette dernière assise.

La route redescend ensuite vers l'ouest : on retrouve les calcaires à oolithes irrégulières un peu avant le bois des Tallottes, puis au-dessous dans le bois, les calcaires blancs oolithiques et les calcaires blancs compacts, enfin au fond les calcaires lithographiques inférieurs. Au delà du ruisseau, à la montée, les calcaires blancs oolithiques sont bien développés ; au-dessus on retrouve les calcaires à grosses oolithes irrégulières avec *Rh. pinguis*, puis les calcaires lithographiques, prolongement des couches de la gare de Gondrecourt. Ces calcaires eux-mêmes deviennent glanduleux vers le haut et renferment alors la *Zeilleria humeralis* et la *Ter. subsella.* La partie supérieure de ces couches avec lits de calcaire oolithique rougeâtre est visible sur la route au sud-ouest de Chassey. L'épaisseur de ce système est de 20 mètres environ.

Un peu plus au sud la coupe de Grand à Germay reproduit celle de Dainville à Chassey : on retrouve successivement la pierre de Dainville, le niveau marneux, des calcaires compacts ou lithographiques avec plusieurs accidents oolithiques, les calcaires blancs oolithiques bien développés depuis les sommets à l'ouest de Grand jusqu'au fond du vallon à l'entrée du bois de Germay, et au-dessus les couches à grosses oolithes, puis les calcaires lithographiques de Gondrecourt à *Zeilleria humeralis*.

Toutes ces coupes s'accordent d'une manière remarquable et reproduisent la série des assises établies à l'origine par Buvignier pour les Ardennes.

Signalons en particulier cette couche d'*oolithes blanches* de la partie moyenne, qui forme un horizon d'une constance remarquable. Par ses grosses oolithes et les *Diceras* qu'elle renferme sur quelques points, elle présente certaines analogies avec la couche à *Diceras*, dite de Saint-Mihiel, mais elle occupe en réalité un niveau bien plus élevé dans la série et en est séparée par une épaisseur de sédiments qui vers Dainville dépasse 70 mètres. Du reste les couches entre lesquelles sont respectivement comprises ces deux assises oolithiques ont des caractères très différents et ne permettent aucune confusion.

Nous voici arrivé à la limite de la Haute-Marne si bien connue par les travaux stratigraphiques et paléontologiques de MM. Royer, Barotte, Tombeck et de Loriol : il était indispensable de poursuivre nos études au moins dans la partie nord de ce département pour nous permettre de nous relier avec les remarquables travaux dont cette région a été l'objet.

Nous avons eu la bonne fortune de pouvoir étudier la vallée du Rognon et celle de la Marne avec deux de nos collègues attachés au service de la Carte géologique détaillée, M. Bertrand qui s'est voué depuis plusieurs années à l'étude du Jura, et M. Rolland chargé de la feuille de Mirecourt.

La coupe de la vallée du Rognon présente les plus grandes analogies avec celles de Neufchâteau à Chassey : à la base l'Oxfordien marneux avec Ammonites pyriteuses (*A. Mariæ*), présentant déjà à sa partie supérieure ; l'*A. cordatus* au-dessus, l'Oxfordien siliceux avec ses fossiles habituels, surmonté par des calcaires marneux grisâtres dans lesquels apparaissent les fossiles du Glypticien (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Zeilleria delemontana*).

On voit ensuite apparaître les calcaires à Polypiers, puis les calcaires oolithiques à *Dicérates* de Doulaincourt, représentant avec un plus grand développement les calcaires de même nature de la montée de Chermizey et probablement aussi les calcaires blancs subcrayeux qui leur sont sont immédiatement superposés dans ce dernier point Quelques assises de calcaire grumeleux correspondent aux couches supérieures de ces mêmes calcaires et terminent la série du Corallien.

Au-dessus vient affleurer un puissant massif de calcaires compact avec accidents oolithiques présentant souvent vers la base quelques lits marneux avec *Exogyra bruntrutana* et caractérisés par la *Zeilleria Egena* (cf. *humeralis*) : c'est le *Corallien compact* de M. Tombeck ou 1re zone à *Ter. humeralis*, ou zone à *A. Achilles*, qui se trouve être le prolongement stratigraphique de la pierre de Dainville, des calcaires marneux et compacts de la montée à l'O. de Grand, de ceux de la montée à l'O. de Dainville, des calcaires de Bertheleville au S. de Gondrecourt : c'est l'équivalent du sous-groupe inférieur du Calcaire à Astartes de Buvignier.

Au-dessus nous retrouvons le deuxième horizon d'*oolithe blanche* à *Diceras*, c'est « l'Oolithe de la Mothe » dont les contours tracés sur la Carte géologique de MM. Royer et Barotte viennent rigoureusement se placer sur le prolongement de la couche de même nature que nous avons suivie depuis Commercy.

Les Calcaires à Astartes qui surmontent cette assise présentent à l'O. de Doulaincourt les mêmes caractères que ceux que nous avons observés à Germay, à Chassey, à Gondrecourt ; comme toujours, on retrouve à leur partie supérieure une couche avec Pterocères (*Pt. Ponti*). Nous avons vu, précédemment, que ces assises ne représentent en réalité que la partie supérieure des Calcaires à Astartes.

Si au lieu de suivre la vallée du Rognon on étudie les mêmes ter-ains un peu plus à l'ouest dans la vallée de la Marne, on retrouve peu près sans modification les assises de la partie supérieure, mais es termes inférieurs sont profondément modifiés : le faciès littoral Polypiers disparaît, et est remplacé par un faciès pélagique va-eux.

Les modifications commencent avec l'Oxfordien supérieur : au-lessus des couches à *Am. cordatus*, on observe la série suivante :

1° Calcaires à *Am. Martelli* (d'après Tombeck) avec *Hemithyris yriacantha* et *Am. transversarius;*

2° Calcaires à *Am. Babeanus* (1) ;

3° Couche à *Am. hispidus* (ou *canaliculatus*), dans laquelle nous rouvons avec de nombreuses Pholadomyes et des fossiles oxfordiens, els que le *Dysaster bicordatus* et la *Gr. dilatata* (ou plutôt *bullata*), es fossiles coralliens, le *Cidaris florigemma*, l'*Hemicidaris crenularis*. est bien difficile d'admettre que la première apparition de ces chinodermes dans la vallée de la Marne, n'ait pas coïncidé avec la remière apparition de ces mêmes animaux quelques kilomètres lus à l'est, dans la vallée du Rognon, et malgré la différence du ciès, nous serons conduits ici comme à Creuë à synchroniser le

---

(1) M. Tombeck a reconnu plus tard (*Bul. Soc. Géol.*, 20 avril 1874), que ce était pas le vrai *Am. Babeanus*, qui appartient à la zone à *Am. cordatus*.

Glypticien à *Zeilleria delemontana* de Roche-sur-Rognon (faciès corallien) avec les couches *A. canaliculatus* (faciès marneux) de la vallée de la Marne.

Au-dessus nous trouvons une assise dite « Marnes sans fossiles » avec intercalation et réapparition par places de calcaires grumeleux à faciès corallien, surmontés par le « Corallien compact » de même type que celui de la vallée du Rognon. Plus haut, on retrouve l'Oolithe de la Mothe, puis les Calcaires à Astartes supérieurs. Comme l'ont parfaitement reconnu MM. Royer et Barotte (1) et M. Tombeck, les marnes dites sans fossiles sont l'équivalent stratigraphique de l'oolithe à Diceras ou oolithe corallienne de Doulaincourt.

A Vouécourt même, dans le ravin du Heu, comme l'avait signalé M. Tombeck, nous avons pu voir les marnes sans fossiles supérieures venir s'appuyer en biseau sur les calcaires coralliens, et cette apparence n'est pas due à une faille : si on suit chacun des lits minces de la formation marneuse, on les voit se relever légèrement en approchant du calcaire à Polypiers et pénétrer dans les anfractuosités de ce dernier (2) ; les « marnes sans fossiles » présentent en ce point tous les caractères d'un dépôt vaseux qui s'est effectué au pied d'un récif déjà formé. C'est à la partie supérieure de ces marnes qu'on a recueilli l' *A. marantiamus* et l'*A. bimammatus*. La zone caractérisée par ces deux Ammonites est donc l'équivalent vaseux pélagique de l'oolithe corallienne ou zone à *Diceras arietinum*, de même que la zone à *A. canaliculatus* est l'equivalent pélagique du Glypticien à *Zeilleria delemontana*.

Ce qui explique l'apparition du faciès pélagique dans la vallée de la Marne, c'est que, au delà de Roche-sur-Rognon, le rivage de la mer corallienne s'infléchissait vers l'est en contournant le massif vosgien, laissant entre lui et le Morvan un détroit librement ouvert, par lequel le bassin parisien communiquait avec le bassin jurassien. Si nous pénétrons dans ce détroit, nous ne retrouverons plus que l faciès vaseux, comme c'est le cas par exemple dans la coupe de l vallée de l'Aube : on ne rencontre plus là que les marnes sans fossiles, sans intercalation de calcaires grumeleux. Mais au delà, su l'autre rive nous verrons réapparaître les accidents coralliens bie connus de Merry, de Coulange-sur-Yonne et de Chatel-Censoir, dans lesquels on retrouve avec le *Diceras arietinum* la faune de l'Oolithe corallienne de Doulaincourt et de celle de Saint-Mihiel. Au-dessous de ces dépôts nous retrouvons comme dans la Meuse le Glypticien de Druyes à *Zeilleria censoriensis* (variété de la *Z. delemontana*), et bien que l'on ait signalé dans cette région (1) la présence à un niveau un peu inférieur de l'*A. canaliculatus*, rien n'empêche de considérer encore ici le Glypticien de Druyes comme une dépendance de la zone caractérisée par ce dernier fossile.

---

(1) Explic. Carte géol., Haute-Marne, p. 43.

(2) La surface de contact a une inclinaison de 10 à 20° ; nous devons ajoute que nous avons observé dans le voisinage de la surface de contact une petit faille avec rejet ; mais elle n'empêchait nullement de suivre les couches d'un côt à l'autre de la faille et de constater l'enchevêtrement des lits de marne avec l massif du calcaire corallien.

Au-dessus de l'oolithe corallienne de Chatel-Censoir qui se termine par une couche de calcaire grumeleux très fossilifère (faune de Commissey) nous retrouvons des calcaires lithographiques à la base desquels nous avons recueilli l'*A. marantianus*.

La partie supérieure des calcaires lithographiques et les calcaires blanchâtres de Bazarne correspondent au Corallien compact de la Haute-Marne, tandis que les calcaires crayeux de Tonnerre qui les surmontent représentent le prolongement de l'Oolithe de la Mothe, dont les affleurements peuvent être suivis depuis la Haute-Marne, à travers le département de l'Aube.

On retrouve au-dessus avec leurs caractères habituels les Calcaires à Astartes supérieurs avec *Zeilleria humeralis*.

Dans une note précédente (2), nous avons déjà indiqué les relations tratigraphiques des assises de l'Yonne avec celles du Berry : la zone à *A. canaliculatus* est ici représentée par les marnes à Spongiaires; au-dessus la partie inférieure des calcaires lithographiques renferme es *A. marantianus* et *A. bimammatus*, tandis que au-dessus la grande masse de ces calcaires représente le prolongement du Corallien compact de la Haute-Marne et du Calcaire à Astartes inférieur de la Meuse. Le calcaire crayeux de Bourges vient se placer à peu près sur 'horizon des calcaires dits coralliens de Tonnerre, de l'Oolithe de la Mothe, de l'Oolithe d'Hesdin-l'Abbé dans le Boulonnais, des « supracoralline beds » de l'Angleterre. Au-dessus les Calcaires à Astartes supérieurs renferment avec la *Terebratula subsella* et la *Zeilleria humeralis*, l'*Am. Cymodoce*, et se terminent à leur partie supérieure par une couche à *Pterocera Ponti*.

CLASSIFICATION DES COUCHES

Nous voici arrivé au terme de notre étude, après avoir passé en evue la plus grande partie du bassin parisien. Sur tous les points, nous avons pu reconnaître que, malgré des différences de faciès, les faunes se succédaient dans le même ordre.

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. III, p. 104.

(2) Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry, par MM. Douvillé et Jourdy, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 93, 21 déc. 1874.

Un des faciès les plus remarquables de cette période est le faciès dit corallien, caractérisé par une faune toute spéciale d'*Echinodermes*, de *Diceras*, de *Nérinées;* il se présente à des hauteurs différentes dans la série des couches, mais avec une faune presque toujours la même, ou du moins dont les variations n'ont pu être encore déterminées que d'une manière très incomplète.

Il résulte de là que la faune dite corallienne correspond bien plutôt à un faciès particulier qu'à une époque géologique précise et déterminée.

Il en est tout autrement si l'on compare les faunes pélagiques; elles présentent, dans la série verticale des couches, des variations faciles à apprécier qui permettent d'établir une série d'échelons ou de *zones* nettement caractérisées qu'on retrouve partout superposées dans le même ordre : c'est ainsi que l'on peut établir dans les terrains que nous avons étudiés la série suivante (de bas en haut), qui représentera pour nous une échelle chronologique :

1° Zone à *A. Lamberti* et *A. Duncani.*
2° Zone à *A. Mariæ* et *A. Renggeri.*
3° Zone à *A. cordatus.*
4° Zone à *A. canaliculatus* et *A. transversarius.*
5° Zone à *A. marantianus* et *A. bimammatus.*
6° Zone à *A. Achilles* et *Zeilleria Egena* (corallien compact).
7° Zone à *A. Cymodoce* (1), et *Zeilleria humeralis.*
8° Zone à *A. orthocera.*

Les principaux niveaux coralliens que nous avons reconnus viennent s'intercaler dans cette série de la manière suivante :

A. Glypticien de Druyes et de la Meuse à *Zeilleria delemontana* ou *Censoriensis*, dans la quatrième zone ou zone à *A. canaliculatus.*

B. Corallien de Trouville, de Brucdale, de Saint-Mihiel, de Doulaincourt, de Chatel-Censoir, etc., dans la cinquième zone ou zone à *A. marantianus.*

C. Corallien de Tonnerre et de Bourges, et Oolithe d'Hesdin-l'Abbé entre la sixième zone (*A. Achilles*) et la septième (*A. Cymodoce*).

Comment ces différentes ZONES pourront-elles être groupées pour constituer des TERRAINS?

Examinons d'abord comment elles ont été groupées jusqu'ici.

(1) Ce fossile se montre déjà dans la zone précédente.

	ZONES	ANGLRTERRE	NORMANDIE	BOULONNAIS	ARDENNES	MEUSE	HAUTE-MARNE	YONNE	CHER
8	Zone à **A. orthocera.**	Kimmeridge clay.	. . . . Zone à *A. orthocera.*						
7	Zone à **A. Cymodocc** et à **Zeil. humeralis.**	Minerais d'Abbotsbury.	Argiles à *A. Cymodoce.* et Marnes à Ptérocères.	Grès de Questrecque.	Calcaire à Ptérocères.	Calcaire à Ptérocères.	Calcaire à Ptérocères.	Calcaires à *Z. humeralis.*	Calcaires à Ptérocères.
			Argile et calc. compact.	Calcaire sableux de Bellebrune.	Calcaires compacts.	Calcaires de Gondrecourt.	Calcaires à *Zeil. humeralis.*		Calcaires à *Z. humeralis.*
6	Zone à **A. Achilles** et à **Zeil. Egena.**	Sandsfoot grit.	Grès et poudingue.	Oolithe d'Hesdin-l'Abbé.	Oolithe blanche.	Oolithe blanche.	Oolithe de la Mothe.	Calcaire crayeux de Tonnerre.	Calc. lithographique supérieur.
				Grès de Brunembert.	Calcaires marneux et oolithiques.	Calcaires compacts et oolithiques.	Corallien compact.	Calcaire compact de Bazarne.	Calcaire crayeux de Bourges.
		Sandsfoot clay.	Arg. à *O. subdeltoidea.*	Arg. à *O. subdeltoidea.*	Marne à *O. subdeltoidea.*	Marne à *Ex. bruntrutana.*		Calc. lithographique.	Calc. lithographique.
5	Zone à **A. Marantianus.**	Trigonia beds.	Calc. siliceux d'Hennequeville.	Coral-rag de Brucdale.	Calcaire oolithique à Nérinées.	Coral-rag de Saint-Mihiel.	Coral-rag de Doulaincourt Marnes sans fossiles.	Calc. lithographique à *A. marantianus.*	Calc. lithographique à *A. marantianus.*
			Coral-rag de Trouville. Calcaire à *O. solitaria.*	Calcaire du mont des Boucards.	Calcaire marneux.			Coral-rag de Chatel-Censoir.	
4	Zone à **A. canaliculatus** et à **Zeil. Delemontana.**	Osmington oolites.	Oolithe de Trouville à *Nucl. scutatus.*		Calcaire à Polypiers.	Coral-rag à *Z. delemontana.* Calc. de Creuë.	Marnes à *A. hispidus,* *A. transversarius,* *A. Martelli.*	Glypticien de Druyes.	Marnes à spongiaires.
				Calcaire d'Houllefort.	Marne à *A. Martelli.*			Marnes à *A. canaliculatus* et *A. cordatus.*	
3	Zone à **A. Cordatus** et à **Zeil. Parandieri.**	Calcareous grit.	Argile à *O. gregarea.*	Calcaires de la Liégette.	Oolithe ferrugineuse de Neuvizy.	Calcaires à Chailles.	Marnes à *A. cordatus.*		Calcaire à *A. cordatus.*
			Oolithe ferrugineuse.						
2	Zone à **A. Mariæ.**	Oxford clay.	Marnes de Villers.	Argiles du Wast. sup. (Coquillot).	Gaize à *A. Mariæ.*	Argiles à *A. Mariæ.*	Marnes à *A. Mariæ.*	Manque.	Marnes à *Amm. pyriteuses.*
1	Zone à **A. Lamberti.**		Marnes de Dives.	inf (Montaubert).	Marnes à Amm. pyriteuses	Marnes à *Bel. clucyensis.*	Marnes à *A. Lamberti.*	Manque.	Manque.

L'*Oxford clay* de Smith comprend nos trois premières zones à *A. Lamberti*, *A. Mariæ* et *A. cordatus*, son *Coral rag and pisolite* correspond à peu près aux zones 4 et 5 à *A. canaliculatus* et *A. marantianus*, tandis que son *Kimmeridge clay* embrasse nos trois dernières zones à *A. Achilles*, *A. Cymodoce* et *A. orthocera*.

Si maintenant nous passons à la classification de d'Orbigny, nous avons vu que par suite de la grande extension de son *Callovien*, l'*Oxfordien* ne commence qu'avec la zone à *A. cordatus;* il se termine au terrain *corallien* dans lequel d'Orbigny a réuni toutes les couches à faciès corallien. Enfin les assises supérieures au Corallien ont été attribuées au *Kimmeridien*. Dès l'instant où les couches à faciès corallien occupent des niveaux différents, il en résulte que les terrains définis par d'Orbigny ont une composition hétérogène. C'est ainsi que la zone à *A. Achilles* est kimmeridienne au Havre (Argiles à *O. deltoidea*), et oxfordienne dans la Haute-Marne et le reste de la France. De même la zone à *A. canaliculatus* est tantôt oxfordienne, tantôt corallienne; il en est de même pour la zone à *A. marantianus*, oxfordienne à Marans, et corallienne à Doulaincourt et à Saint-Mihiel.

Une solution radicale consisterait à supprimer le terme de « terrain corallien » comme mal défini. D'un autre côté, au point de vue pratique il sera souvent difficile de séparer la zone à *A. canaliculatus* de la zone à *A. marantianus*, le Glypticien de la Meuse, de l'Oolithe à Diceras : il serait donc en tout cas utile de limiter l'Oxfordien au-dessus de la zone à *A. cordatus*, et de même il serait avantageux de ne faire commencer le Kimméridien qu'avec la zone à *A. orthocera*. Il resterait ainsi entre l'Oxfordien et le Kimméridien une série d'assises réparties en quatre zones. Le nom d'*Astartien* considéré comme synonyme de *Calcaires à Astartes*, a été appliqué aux deux zones les plus élevées (Z. à *A. Achilles* et Z. à *A. Cymodoce*), il ne resterait donc plus que deux zones (Z. à *A. canaliculatus* et à *A. marantianus*), qui comprennent, au moins dans le bassin de Paris, le plus grand nombre des accidents coralliens, et en particulier ceux qui sont caractérisés par le *Diceras arietinum ;* on pourrait appliquer à ces deux zones soit un nom nouveau, soit l'ancien nom de Corallien; c'est la solution qui nous paraît la meilleure et la plus rationelle.

Nous reconnaissons du reste que ces questions de classification sont d'importance secondaire : le point capital est l'établissement de zones rigoureusement synchroniques, et c'est vers ce but que doivent converger les efforts des géologues. Aussi, après avoir indiqué quelle est pour nous la solution la plus logique, admettrons-nous volontiers qu'on puisse en proposer et en adopter une autre, pouvant servir de terrain de transaction. Tel est celle par exemple qui adjoindrait encore au terrain *corallien* le troisième niveau corallien : ce terrain comprendrait alors les zones 4, 5, 6, à *A. transversarius*, *A. marantianus* et *A. Achilles* (1).

M. **Parpan** fait observer que les divisions des terrains doivent être basées surtout sur leur extension géographique.

M. **Vélain** envoie une note sur la **géologie** de quelques provinces de la **Chine.** M. Fauvel, officier des douanes impériales chinoises, a bien voulu, tout récemment, déposer au laboratoire de géologie de la Sorbonne des collections importantes de roches recueillies par lui dans deux provinces, celles de Chekiang et de Shantung, encore peu connues au point de vue qui nous occupe.

Nos connaissances sur le grand empire chinois sont encore très limitées. On sait cependant que les terrains primaires y sont très développés et les explorations de l'abbé David, de Kingsmille, et de Richtofen nous ont donné des notions précises à ce sujet. On sait aussi que les schistes cristallins avec leur cortège habituel de roches éruptives y sont très répandus, mais on les avait toujours considérés en bloc, sans se préoccuper de leur composition minéralogique, ni de la disposition de leurs masses.

Les collections de M. Fauvel, en provenance de la province de Shantung, viennent en partie combler cette lacune et les études que je viens d'en faire m'ont amené à reconnaître dans le système gneisso-schisteux la succession suivante, qui se présente la même que celle établie en Europe par les travaux récents, et donne ainsi, une nouvelle preuve du caractère d'uniformité constante qui a présidé à cette formation sur le globe tout entier. En se dirigeant du littoral vers l'intérieur on a : 1° Gneiss granitoïde (en tout point semblable au type bien connu du Simplon); 2° Gneiss grenus, très micacés, schisteux (exploités pour dalles), micaschistes feuilletés, pyroxénite ; 3° Cipolins et jadéite, gneiss à amphibole, amphibolites.

Des granites francs se voient en larges filons au travers des gneis de la base.

Dans les deux divisions supérieures, se présente toute une séri de roches à amphibole (diorite quartzifère, syénite, granites et granulites à amphibole).

---

(1) Rappelons que d'après M. Hébert (*Comptes rendus sommaires des Séances d la Soc. Géol. de France*, 19 avril 1880, p. 66), la zone *A. Achilles* de l'Aube e de la Charente représente la zone à *A. tenuilobatus* de la région méditerr néenne.

Après avoir établi ces relations, M. Vélain donne ensuite la description de toutes ces roches, dont quelques-unes sont fort intéressantes, comme la pyroxénite qui, par suite d'une transformation serpentineuse, passe à une sorte de jadéite.

Tout cet ensemble constitue un continent ancien où les phénomènes éruptifs ont joué le principal rôle.

Des appareils volcaniques s'y sont établis après une longue interruption et ont amené en ces mêmes points des coulées de roches basaltiques, dans lesquelles on reconnaît encore la succession suivante : Labradorite ; Basaltes francs ; *Leucitite;* Laves vitreuses.

Dans la province de Chekiang les caractères sont tout autres, on y remarque un grand massif trachytique composé de Rhyolithes, de Trachytes quartzifères, de Perlites qui présentent tous les caractères des roches de Hongrie.

Une roche à diallage et à grandes nappes de labradorites, accompagnées de tufs à palagonite, paraît superposée à ces roches acides.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

De l'ancienneté de l' **Elephas primigenius** *dans le* **Tarn**,

par M. Alfred **Caraven-Cachin**.

(Lettre adressée à M. E. Hébert, de l'Institut.)

Des huit à dix espèces fossiles citées jusqu'ici de la famille des *Elephasidœ* ou *Proboscidiens*, la seule qui ait encore été rencontrée dans les alluvions anciennes du Tarn est l'*Elephas primigenius* (Blum) ou *Mammouth*, caractérisé par les lames plus rapprochées de ses molaires.

Les premiers ossements d'Éléphant signalés dans les dépôts de cailloux roulés qui recouvrent, en plusieurs endroits, les anciennes formations géologiques de notre département, ont été rencontrés en 1749, à Gaillac. Ces os ayant été soumis à M. Gleizes, l'habile membre de l'Académie des Sciences de Toulouse y reconnut des débris de machelières d'Eléphant et un fémur du même animal (1).

2° En 1848, des ouvriers trouvèrent dans les alluvions de Vielmur (Tarn) des restes du même Pachyderme. Ces ossements qui avaient été fortement roulés et que nous eûmes l'occasion d'étudier en 1859, appartenaient à un bassin de ce Proboscidien. La crête iliaque externe était très mutilée, ainsi que la cavité ilio-pubienne destinée à loger la tête du fémur. La symphise pubienne était en partie brisée : seule, l'articulation de l'os des iles avec le sacrum était en bon état.

---

(1) Gleizes, *Mém. de l'Académie de Toulouse*, in 4° t. I, p, 62, 63, 1782. — J.-B. Noulet. *Mém. de l'Académie de Toulouse*, 4e série, t. IV, p. 125 à 132, 1854.

3° En 1852, de nouveaux débris d'Eléphant furent mis au jour dans l'ancien lit de l'Agout, près de Saint-Paul-Cap-de-Joux. Ils furent achetés par M. C. Lourdes, de Mazamet, l'heureux propriétaire du bassin du même animal, qui s'empressa de nous les communiquer.

Voici les étiquettes que nous plaçâmes, à cette époque, sur ces antiques restes :

1° Seconde vertèbre lombaire,
2° Os semi-lunaire droit du carpe.
3° Os cunéiforme droit.
4° Os trapézoïde droit.
5° Os métacarpien de l'annulaire gauche.

4° En 1853, M. Noulet signala dans le cabinet de M. le docteur Caussé, à Albi, une défense d'Eléphant, qui avait été exhumée du lit de gravier de Cornabouc, près Rivières. Cette nappe est située à 12 mètres du lit actuel du Tarn (1).

5° En 1856, M. Combeguille offrit à L. Roux du Carla, une défense de ce Proboscidien qu'il venait de retirer des alluvions du ruisseau du Bagas (2).

A la mort de L. Roux (24 juin 1859) cette défense entra dans le cabinet d'histoire naturelle de la ville de Castres. Malheureusement lors des réparations qui eurent lieu en 1879 dans cet établissement, des ouvriers ignorants la jetèrent par la croisée comme une pièce de rebut. Cette précieuse défense qui, d'après L. Roux, mesurait $1^{m}50$ lors de sa découverte n'est plus représentée aujourd'hui que par $0^{m}50$ de débris informes qui attendent encore une restauration.

6° En 1862, M. l'abbé Barthe nous adressait une mâchelière du même animal provenant des alluvions de Gaïllac (3).

7° En 1878, M. Ch. Pradel nous remettait une mâchelière d'Éléphant extraite des sablières de Puylaurens (Tarn).

8° En 1879, étant de passage à Rabastens, des terrassiers apportèrent à M. A. Jaybert, une incisive du même Pachyderme qu'ils venaient de rencontrer dans l'ancien lit du Tarn.

9° Enfin, en 1880, en faisant exécuter des fouilles dans le gisement de Peyrégoux, nous recueillîmes une molaire d'Eléphant, non loin du gisement de M. Combeguille.

(1) Noulet. *Mém. Acad. de Toulouse*, 4^{e} série, t. IV, p. 130, 1854.

(2) L. Roux du Carla. *Société litt. et scient. de Castres*, 4^{e} année, p. 31. 1860.

(3) Alfred Caraven-Cachin. *Bull. Comm. des Antiq. de Castres*. t. I, p. 223, 1873.

Il résulte de ces nombreuses découvertes que les ossements du *Mammouth* se trouvent fréquemment dans notre département : qu'ils ont été, jusqu'à ce jour rencontrés dans les bassins du Tarn et de l'Agoût, dans des dépôts caillouteux abandonnés à une époque ancienne par ces rivières et leurs affluents, et que ces dépôts sont, en outre, situés à des niveaux géologiques différents, c'est-à-dire que des nappes en retrait, les unes par rapport aux autres, s'observent le long de nos cours d'eau.

1° BASSIN DE L'AGOUT. — Commençons par étudier le bassin de l'Agoût et à marquer les altitudes des différents gisements de l'Éléphant primitif.

1° Le gisement de Puylaurens atteint 300 mètres d'altitude.

2° Les gisements de Vielmur et de Saint-Paul-Cap-de-Joux, 230 à 250 mètres.

Ces deux terrasses diluviennes n'appartiennent pas au même âge géologique. Elles se distinguent entre elles par des caractères minéralogiques assez tranchés et que nous allons faire connaître.

La première est constituée par des cailloux roulés généralement quartzeux, d'un volume assez considérable. Ces cailloux sont en outre entourés à Puylaurens de terres argileuses jaunes ou rougeâtres.

La seconde est formée de cailloux pugilaires ou céphalaires empruntés aux roches primordiales et de transition de nos montagnes, surtout aux filons de quartz blanchâtre, vitreux, laiteux, à éclat gras, qui lardent ces terrains. La terre plus ou moins sableuse ou argileuse qui les emballe est noirâtre.

L'observateur attentif remarque en outre, une troisième terrasse : celle-ci est composée de cailloux roulés quartzeux perdus au milieu d'un limon noirâtre. Cette nappe ne nous a donné jusqu'à présent que des ossements de cheval (*Equus caballus fossilis*, auct.)

De ces faits, il découle qu'au commencement de la période quaternaire, de puissantes eaux, qui devaient provenir de la fonte des neiges et des glaces accumulées sur nos montagnes, déposèrent à leurs pieds un mantean diluvien composé de cailloux roulés et d'argile jaunâtre ou rougeâtre. Les rivières de nos plaines n'étaient pas encore ébauchées ; aussi ce dépôt se répandit-il en nappe presque horizontale sur les couches tertiaires ou d'âges différents, et, fait très important, sur les moraines des glaciers anciens ou de la fin de la période pliocène. C'est là la première phase, la grande phase, de l'action diluvienne proprement dite. Ces premiers dépôts quaternaires ont été désignés par divers géologues sous le nom de *Diluvium des plateaux* ou de *Pléistocène ancien*.

Nous avons été le premier à constater, en 1863, *l'époque glaciaire* dans le Sidobre, sur les pentes sud-ouest du plateau central, et M. Henri Magnan a cru reconnaître aussi, en 1870, les restes d'anciennes moraines sur le versant nord de la Montagne Noire (1).

Plus tard, une moins grande accumulation de neige et de glace sur nos montagnes fit diminuer le volume des eaux : les rivières commencèrent à se former et affouillèrent les premiers dépôts diluviens, c'est-à-dire le *Diluvium des plateaux.* Ce fut là la deuxième phase du phénomène qui nous occupe, et sur les parties creusées ou affouillées se déposèrent, à plusieurs reprises, des cailloux roulés et des argiles. Ce sont les couches que nous désignerons sous le nom de *dépôts caillouteux des terrasses supérieures.*

C'est alors que l'Agoût, comme l'a démontré M. H. Magnan, suivait les bords du plateau central et de la Montagne-Noire pour se jeter dans la Méditerranée par Saïx, Revel, Soupex, Castelnaudary, Alzonne et Carcassonne. La largeur de notre rivière était, à cette époque de 7 ou 8 kilomètres en moyenne, tandis qu'à l'ancien confluent du Thoré, c'est-à-dire sur le mont de Saïx, elle dépassait 15 kilomètres.

C'est pendant cette période que se formèrent les terrasses élevées des Ormeaux, près Puylaurens (300 mètres d'altitude), dont les cailloux roulés nous ont livré les plus anciens débris de *l'Elephas primigénius* observés dans nos terrains quaternaires.

Après un temps plus ou moins long, le volume des eaux diminua encore, peut-être d'une manière brusque, et une troisième phase diluvienne commença. Nous désignerons ces alluvions sous le nom de *dépôts caillouteux des terrasses inférieures.* Ce fut à cette époque que l'Agoût cessa de longer la Montagne Noire et suivit la direction d'un de ses principaux affluents, le Thoré, pour se déverser dans le Tarn. Les nappes de galets de Vielmur, de Saint Paul-Cap de Joux, etc. (230 à 250 mètres d'altitude) qui dominent la vallée actuelle de l'Agoût entre Vielmur et le confluent de cette rivière, furent alors déposées.

Plus tard, de nouveaux affouillements eurent lieu, de nouvelles érosions se produisirent, de nouveaux dépôts caillouteux se formèrent et les vallées actuelles prirent leur dernière forme. Cette période que nous appellerons *cailloux roulés et alluvions des vallées*, constitue la quatrième phase diluvienne. Elle est représentée, dans nos contrées, par les alluvions de Longuegineste (180 mètres d'altitude), etc.

Quant au ruisseau du Bagas, affluent de l'Agoût, celui-ci, se conformant à la loi des grands cours d'eaux, eut aussi ses petites terrasses et ses récents dépôts alluviens qui nous ont montré, à leur tour, des dents de Mammouth.

---

(1) Alfred Caraven-Cachin. *Etude géologique du Sidobre. Echo du Tarn* 1863 et *Comm. des Antiq, de Castres*, t. I, p. 206-221, 1878.

2° BASSIN DU TARN. — Le bassin du Tarn présente les mêmes périodes dans les phénomènes diluviens que celles que nous venons de signaler dans le bassin de l'Agoût : seulement le Tarn a toujours été un affluent de l'Océan, comme nous allons le démontrer.

La première terrasse qu'a abandonnée cette rivière est formée de gros cailloux roulés arrachés aux terrains cristallisés et primordiaux qui forment la bordure sud-ouest du plateau central : nous y avons remarqué principalement des quartz, des gneiss, des schistes micacés et des roches amphiboliques.

Les *dépôts caillouteux des terrasses supérieures* que nous avons suivis d'Albi à Montauban, nous indiquent que le Tarn baignait anciennement les pieds du plateau qui supporte Castelnau-de-Lévis, puis se dirigeait par Bernac, Faissac, Senouillac, Montels, Gradille, vers les Barrières ; cette rivière contournait les terrains permiens et triasiques de la Grésigne, le terrain jurassique de Puicelcy et se précipitait dans la Garonne en passant à Monclar, Genebrières, Léojac et Montauban.

La largeur du Tarn était, à cette époque, de 15 à 20 kilomètres. Il est facile à l'observateur de rétablir même la pente de l'ancien lit de ce cours d'eau depuis le moment où cette rivière entrait, comme un torrent impétueux, dans la vallée d'Albi jusqu'à celui où elle déversait ses eaux limoneuses dans la Garonne. La carte de l'Etat-major nous donne les altitudes exactes qu'atteignaient, à cette époque, les eaux du fleuve quaternaire, aussi voyons-nous diminuer cette cote à mesure qu'il se rapprochait de son embouchure.

Pendant que se déposaient les *cailloux roulés des terrasses inférieures*, les seuls qui nous ont montré des ossements d'Eléphant, le Tarn commençait à suivre une ligne plus oblique pour rejoindre la Garonne. Il abandonne les plateaux, descend dans la plaine, et dessine les gracieux contours qui formèrent, dans la suite des temps, après des affouillements et des érosions successifs, la vallée et le lit actuel de cette rivière.

Les terrasses que l'on observe le long de ce cours d'eau forment une nappe continue qui vient mourir aux pieds des collines de l'Albigeois qui supportaient anciennement son premier lit. Elles sont composées en majeure partie de cailloux roulés de quartz, de quartzite, de roche verte, de diorite, d'amphibolite, de gneiss, de granite, de grès rouge, etc... On les désigne généralement dans le pays sous le nom d'alluvions d'Albi, de Rivières, de Gaillac, de Rabastens, de Saint-Sulpice, etc...

De ces observations géologiques, stratigraphiques et paléontologiques, nous pouvons conclure que l'Eléphant primitif a envahi notre département, immédiatement après la phase glaciaire (*drift glaciaire* de certains auteurs), puisqu'on ne rencontre pas ses débris dans les dépôts meubles antérieurs au Diluvium;

Qu'il a été le témoin des principales phases de la grande période dite *quaternaire*, puisque les assises du Diluvium ont montré ces ossements ;

Qu'il a acquis son maximum de développement pendant que les eaux déposaient les cailloux roulés des *terrasses inférieures*, puisque sur neuf gisements qui nous sont actuellement connus, huit appartiennent à cette époque ;

Enfin, qu'il a disparu ou qu'il s'est éteint dans nos contrées au moment où se déposaient les *alluvions récentes de nos vallées* ou *lœss* de nos rivières ou de nos ruisseaux.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Découverte de la **Dolomie** *dans les* **Sables parisiens moyens,**

par M. Gustave F. **Dollfus.**

J'ai eu l'occasion de relater il y a trois ans déjà (1) l'historique de la découverte de la dolomie dans le Calcaire grossier inférieur, en même temps que je précisais les conditions de son apparition et que j'en étendais la connaissance au Calcaire grossier moyen et supérieur. Depuis lors j'ai indiqué la plus grande extension géographique du même phénomène dans les mêmes assises (2). Et récemment j'ai par quelques mots signalé cette même roche dans l'horizon des sables glauconieux inférieurs de Cuise (3).

Aujourd'hui, je puis annoncer la reconnaissance du même ordre de phénomènes dans les sables parisiens moyens.

Comme pour le Calcaire grossier (4), il s'agit d'une transformation postérieure très inégale du carbonate de chaux en carbonate double de chaux et de magnésie; modification plus ou moins profonde qui a eu lieu à une époque encore indéterminée.

---

(1) G. Dollfus. G. Vasseur. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. V., p. 275, 1878.

(2) G. Dollfus. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VI, p. 585, 1878. — *Exp. Géol. du Havre*, p. 483, 1880.

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. IX, p. 142, 145, 1880.

(4) J'ai reconnu aujourd'hui la dolomie du Calcaire grossier sur un très grand nombre de points du Vexin français et dans la vallée de la Marne à Nanteuil, à Pisseloup, à Essommes, etc.

Comme les assises calcaires peuvent seules se prêter à cette modification, c'est dans les assises calcaires des sables moyens que la dolomie est observable, son principal siège est donc à la partie supérieure de la division moyenne de l'assise, dans l'épaisseur du calcaire de Lizy-sur-Ourcq, tel que Goubert l'a défini.

Au point de vue géographique, j'ai reconnu d'abord la dolomie à Juilly, à Nantouillet, à Thieux, Saint-Mesmes, Claye, dans la vallée de la Beuvronne; puis dans la vallée de la Marne, à Esbly, à Meaux, à Lizy-sur-Ourcq, Varreddes, etc. Je suis persuadé qu'une fois ce métamorphisme signalé, on le retrouvera encore sur un plus grand nombre de points.

Mon ami, M. J. Ogier a bien voulu analyser deux de mes échantillons au laboratoire de M. Berthelot et est arrivé aux résultats suivants :

Juilly.	
Sable.	33. 0
Carbonate de chaux. . .	35. 6
Carbonate de magnésie.	22. 6
Fer, eau, perte.	9. 2
	100.

Nantouillet.	
Sable.	33. 00
Carbonate de chaux et magnésie..	51. 80
Eau et fer.	15. 20
	100.

Au point de vue minéralogique ces roches présentent tous les caractères des roches transformées du Calcaire grossier. C'est une roche jaunâtre demi-dure, à cassure sèche et pulvérulente, à points ferreux; sa poudre est douce au toucher, un peu moins cependant que celle des roches du Calcaire grossier, ce qui est dû à la plus forte proportion du sable, et généralement moins solide; elle est remplie de cavités vides de milioles, de *Calyptræa*, *Cerithium* et autres fossiles. Non seulement on rencontre divers degrés dans l'intensité de la modification, mais aussi la proportion de matières échangées modifie beaucoup l'aspect final; la stratification est aussi altérée.

La modification peut être si profonde que le rapprochement de couches très voisines sur le même horizon quand elle n'est pas suivie pas à pas ferait croire à une subordination stratigraphique. A Lizy si une carrière ne montrait point le contact latéral d'une lentille dolomitique heurtant en biais une grande masse homogène normale, on aurait peine à croire qu'il s'agit de la même couche. Ces phénomènes sont conformes à ceux déjà observés dans le Calcaire grossier. Parfois, on voit s'intercaler latéralement des lits dolomitiques et siliceux, d'autres qui se chargent de silex et de rognons avec filets argileux paraissant être le résidu précipité et infiltré des matières supérieures attaquées, puis du quartz carié, des minéraux divers, des épigénies, etc.

Je pourrai donner à l'occasion quelques coupes qui mettront en évidence ces modifications, principalement pour le tiers supérieur du calcaire de Lizy; et je saisis cette circonstance pour répondre en quelques mots à une critique que M. L. Carez a formulée à la suite de ma Note sur : « Quelques coupes nouvelles dans les sables parisiens moyens (1). »

Je laisserai de côté tout ce qui est personnel comme ma découverte de la couche à Avicules, à Beauchamp, et la classification du gîte du Guespel sur laquelle il y aurait trop à dire, pour me borner à la question de stratigraphie d'un intérêt général, relative à la place du calcaire de Lizy-sur-Ourcq, dont il a été parlé tout à l'heure.

M. Carez déplore que je change la valeur de l'expression du « calcaire de Lizy », je crois au contraire que c'est moi qui garde à ce terme sa valeur originelle et réelle; et que la confusion vient de ce que M. Carez assimile le calcaire de Lizy à celui de Ducy, et les considère comme équivalents. Or Goubert a appelé en 1859 (2), *calcaire de Lizy*, un calcaire *marin* gréseux puissant, à *Cerith. mutabile*, *C. tuberculosum*, *C. mixtum*, *Cytherea elegans*, *Portunus Hericarti*, etc.; il l'a appelé aussi pierre de Louvres, et je m'en tiens à ces caractères. Le calcaire de Ducy a été décrit par Graves en 1849 (3); c'est un calcaire *d'eau douce* à Lymnées et Planorbes, il est immédiatement au-dessous de la couche à *Avicula Defrancei* et visiblement supérieur à la pierre de Lizy (Nanteuil).

Il n'y a donc aucune analogie, de nature, d'origine, de faune, de place, entre les deux dépôts. M. Carez parle du passage latéral de ces deux assises, mais je n'ai rien vu dans sa note sur les sables moyens des environs de Château-Thierry qui soit démonstratif à cet égard. En stratigraphie avant de décider si deux couches passent latéralement l'une à l'autre, il faut y regarder de très près; et M. Carez a donné lui-même des coupes où on voit le calcaire de Ducy superposé au grès calcareux typique de Lizy. Il est vrai qu'il nomme ce grès à nouveau, ne l'ayant pas probablement reconnu, du nom de « sable calcareux à *Cerithium mixtum* », et qu'il grossit démesurément le calcaire de Ducy.

Peut-être les perturbations dolomitiques que j'ai expliquées permettront-elles aussi de faire concorder les deux coupes données par

---

(1) G. Dollfus. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VIII, p. 194, 1879.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 2me sér., t. XVII, p. 143 et t. XVIII, p. 446, p. 452.

(3) Topog. géog., p. 457.

M. Carez dans sa Note sur les sables moyens de Château-Thierry (1), et signalées par lui comme présentant de nombreuses différences, soit entre elles, soit avec celles des environs de Château-Thierry.

Réponse à M. G. Dollfus,

Par M. **L. Carez.**

Les attaques que M. G. Dollfus vient de diriger contre les opinions que j'ai soutenues sur différents points de la géologie du Tertiaire parisien, m'obligent à répondre quelques mots, bien que je considère de pareilles polémiques comme très regrettables et que je les évite autant que possible.

M. Dollfus commence par dire qu'il laissera de côté la question du Guépelle ; elle mériterait cependant d'être examinée, et il serait utile de savoir quelle est l'opinion actuelle de mon contradicteur sur la position de ce gisement et sur la succession visible dans cette carrière. En effet, dans le même fascicule du Bulletin (2), figurent deux coupes du Guépelle, absolument dissemblables ; l'une est due à M. Dollfus, l'autre a été donnée par moi-même ; et quoique M. Dollfus, profitant des observations que j'ai faites en séance, ait déjà modifié son opinion première, il reste entre ces deux coupes des différences fondamentales.

Je persiste, quant à moi à considérer la carrière du Guépelle comme offrant des représentants de trois niveaux fossilifères distincts : celui du Guépelle à la base, celui de Beauchamp à la partie moyenne, et enfin celui de Mortefontaine dont on peut trouver les fossiles dans un cordon de grès. J'ajouterai que cette superposition que j'ai vue pour la première fois, il y a plus de sept ans, peut encore être observée maintenant, comme l'ont constaté toutes les personnes qui faisaient partie de l'excursion conduite le mois dernier par M. Vasseur dans cette localité.

Un second point sur lequel M. Dollfus ne désire pas que la discussion continue, c'est « sa découverte de la couche à Avicules à Beauchamp ». Dans mes observations, je n'avais dit qu'un mot sur cette question, mais puisque M. Dollfus insiste et attache beaucoup d'importance à sa découverte, je citerai une phrase insérée au compte rendu de la réunion extraordinaire à Paris en 1867 (3) : « M. Munier-

---

(1) *Bull. Soc Géol.*, t. VII, p. 651-652.
(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VIII, p. 190 et 194.
(3) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 845, 1867.

Chalmas fait observer que les calcaires lacustres de *Beauchamp* (1) appartiennent à l'étage moyen des sables de Beauchamp, et *sont inférieurs aux couches à Avicules* et à celles qui renferment la faune de Mortefontaine. »

Je ne pense pas que M. Dollfus persiste encore après cela à se considérer comme ayant *découvert* la couche à Avicules de Beauchamp connue de tous les géologues parisiens et très clairement indiquée dans la phrase que je viens de rapporter.

Mais si M. Dollfus préfère ne pas parler cette fois du Guépelle ni de Beauchamp, il donne, au contraire, de nouvelles explications relativement au calcaire de Lizy; il persiste à placer cette assise au-dessous de la couche à *Melania hordacea*, malgré la coupe de Goubert (2) où le n° 12 représente cette zone bien connue, tandis que le n° 9, qui lui est supérieur, est la pierre de Lizy. Cette succession est tellement évidente que M. Dollfus lui-même la reproduit dans la coupe qu'il donne de cette localité et qui ne diffère de celle de Goubert que parce qu'elle est beaucoup moins précise et beaucoup moins complète (3); aussi est-on fort étonné de voir dans le tableau final (p. 193) que le calcaire de Lizy est placé plus bas que la zone à *Melania hordacea*, de Beauchamp. Pour arriver à ce résultat inattendu, M. Dollfus est obligé d'admettre qu'il existe deux niveaux à *Melania hordacea*, l'un inférieur, l'autre supérieur à la pierre de Lizy, ce qui est absolument contredit par toutes les coupes connues, en y comprenant même celles qui ont été données par mon contradicteur. Je ne vois donc pas la moindre raison pour revenir sur ce que j'ai dit, mais je persiste à placer le calcaire de Lizy, *comme le faisait Goubert*, au-dessus de la couche à *Melania hordacea* (*sables à Cérithes* de cet auteur).

M. Dollfus m'accuse ensuite d'assimiler le calcaire de Lizy au calcaire de Ducy et de considérer ces deux assises comme équivalentes. Présentée ainsi, cette opinion n'est pas la mienne, et diffère au contraire essentiellement de celle que j'ai publiée; j'ai dit et je répète que le calcaire de Lizy est « un accident marin limité » intercalé dans la partie inférieure du calcaire lacustre de Ducy.

Qu'est-ce en effet que le calcaire de Ducy? M. Dollfus dit qu'il faut pour trancher cette question, se reporter aux travaux de Graves; mais comment ce géologue qui ne connaissait pas le niveau à *Avicula Defrancei*, aurait-il eu l'idée de séparer le calcaire lacustre de

---

(1) Désignés depuis sous le nom de *calcaire de Ducy*.

(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e^ série, t. XVIII, p. 446, 1861.

(3) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e^ série, t. VIII, p. 190-192, 1879.

Ducy de celui de Saint-Ouen ? Ce serait bien invraisemblable, et en effet on ne trouve nulle part dans Graves l'indication de cette distinction.

Le terme de *calcaire de Ducy* est bien plus récent ; il a été créé en 1876 par M. Tournouër (1) pour comprendre le calcaire lacustre supérieur à la zone à *Melania hordacea* et inférieur à l'horizon de Mortefontaine ; par conséquent le calcaire de Lizy, compris entre ces mêmes limites, n'est pas autre chose qu'un faciès marin de la partie inférieure du calcaire de Ducy et ne doit pas en être séparé.

C'est à peine si j'ai besoin de répondre au reproche que me fait ensuite M. Dollfus, de ne pas avoir reconnu le calcaire de Lizy aux environs de Château-Thierry (2), et de lui avoir donné le nom nouveau de « Sable calcarifère à *Cerithium mixtum* ». En premier lieu, les sables à *Cerithium mixtum*, absolument identiques à la couche 12 de Goubert, représentent la zone à *Melania hordacea* et non pas le calcaire de Lizy ; celui-ci se trouve néanmoins auprès de Château-Thierry où je l'ai très bien reconnu ; il est désigné dans mes coupes par les lettres I et M^2. Quant à l'accusation d'avoir donné un nom nouveau à une couche déjà baptisée, elle n'est pas du tout fondée ; ayant rencontré une assise de sable un peu mélangé de calcaire et contenant en abondance le *Cerithium mixtum*, je l'ai désignée dans mes coupes comme *Sable calcarifère à Cerithium mixtum*, mais c'est seulement l'indication de ce qui existe et nullement une dénomination nouvelle proposée.

J'arrive enfin au dernier point auquel M. Dollfus a fait allusion ; il est probable, dit-il, que si je n'ai pas pu raccorder les coupes de Connigis et de Mont-Saint-Père avec celles qui sont situées auprès de Château-Thierry, c'est que je n'ai pas remarqué les accidents dolomitiques qui modifient si souvent la partie supérieure des sables moyens. Or, les couches fossilifères de Connigis diffèrent de celles de Brasles, de Verdilly et du Buisson en ce que les premières ne renferment comme fossiles abondants que des Bivalves, tandis que les secondes sont remplies de Gastéropodes ; je ne pense pas que M. Dollfus lui-même attribue à la dolomitisation d'une couche la faculté de changer la nature des fossiles qu'elle renferme.

En réalité, tout ce débat n'a, comme on le voit, qu'une bien faible importance ; il n'y a véritablement, entre les classements adoptés par M. Dollfus et par moi pour les différents horizons des sables moyens, qu'une seule différence sérieuse ; elle consiste dans le dédoublement de la zone à *Melania hordacea* que M. Dollfus croit devoir proposer et qui a pour conséquence de faire descendre le calcaire de Lizy bien au-dessous de son niveau réel.

---

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. IV, p. 476, 1876.

(2) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. VII, p. 641.

Le Secrétaire analyse la Note suivante :

Nouvelle étude sur le **dernier Diluvium quaternaire.**

par M. **Tardy.**

Lorsqu'en géologie on étudie les travaux de ses devanciers, on reste souvent étonné, surtout si on les compare aux découvertes nouvelles, de tout ce que nos aïeux dans la science ont su voir avec les faibles matériaux dont ils pouvaient disposer. Déjà à plusieurs reprises j'ai eu à faire ressortir ce fait, d'abord à propos de la position des poudingues miocènes, ensuite à propos de mes Études sur les terrains lacustres de la Bresse ; et même, lors de ma publication sur la division de l'époque quaternaire. Aussi, mis aujourd'hui par une objection d'un de mes savants confrères en face des opinions d'un maître vénéré, je tiens à repousser tout reproche d'avoir pu méconnaître l'autorité de ses travaux ou l'importance des principes établis par lui. S'il y a divergence entre nous, elle est bien plus apparente que réelle; et elle tient surtout à ce fait qu'une classification créée sur l'étude des terrains d'une région où plusieurs termes de la série manquent doit présenter des lacunes, que l'étude de la Bresse méridionale contribuera je l'espère à combler.

Le dernier Diluvium a été décrit dans les travaux de MM. d'Archiac, de Sénarmont, Buteux, de Mercey, et dans bien d'autres encore. Cette assise diluvienne, si bien étudiée par tous mes prédécesseurs, avait déjà dans les travaux de mes savants maîtres une place bien définie, la même que je lui ai assignée dans mon Étude du 7 avril 1879, où j'ai montré son extension, son importance, son rôle et sa situation dans la géologie et dans l'histoire. Ce dépôt, je l'ai montré s'étendant depuis les bords de la mer à quelques mètres seulement d'altitude, jusque sur nos plateaux les plus élevés, et partout s'intercalant avec une précision mathématique entre les civilisations quaternaires, contemporaines du Mammouth ou du Renne, et les civilisations dites néolithiques, ne connaissant plus en Europe ni le Renne ni le Mammouth. Ainsi placé, il vient combler l'hiatus indiqué entre ces deux civilisations; et cet hiatus, si bien défini par M. de Mortillet, si savamment défendu par M. Cartailhac, rien autre, même en Suède ou en Danemark, ne peut le combler. Il m'a suffi pour le prouver de citer divers passages de MM. Vorsaœ, Steenstrup, Otto Torell, dont les assertions viennent seulement le resserrer dans d'étroites limites en montrant que les *Kjœkkenmœddings*, quoique antérieurs à la pierre polie, sont eux aussi postérieurs à l'époque du Renne.

Les assertions de ces savants nous montrent qu'une modification géologique importante s'est produite à ce moment dans le régime de la sédimentation. A l'époque du Renne on ne rencontre pas de tourbières; ensuite elles abondent; les dépôts argilo-sableux de la fin du Quaternaire font place à des produits d'eaux faiblement courantes et limpides. Ce fait si bien étudié en Suède et en Danemark se retrouve chez nous, ainsi que l'ont constaté tous nos archéologues et tous nos géologues, M. Belgrand en particulier. C'est à cette place, entre les couches quaternaires et les tourbes que se place le *Diluvium* final et l'hiatus de civilisations. A la lacune ethnographique correspondent un fait et un dépôt géologiques.

L'âge et la position de ce dépôt étant ainsi bien fixés entre les époques paléolithique et néolithique d'une part, et d'autre part entre les époques quaternaire et moderne (1), il reste à l'étudier dans sa nature, dans sa composition, dans son aspect, dans tous ses détails en un mot, pour en deviner et pour en suivre partout les phases successives.

Caractères généraux du dépot. — Le Diluvium qui fut défini par M. de Sénarmont « un terrain de transport composé de cailloux à » peine usés, siliceux, enveloppés dans une terre argilo-sableuse » rouge », est composé en effet « d'argile » et de « cailloux » mêlés très intimement. Mais comme dans tous les « terrains de transport », il y a prédominance d'une part des cailloux à la base et d'autre part de l'argile presque pure en haut. Dans une alluvion la séparation entre l'argile ou le lehm et l'alluvion formée de cailloux, de graviers ou de sables, est en général assez facile : ici elle est pour ainsi dire impossible. Les cailloux, abondants à la base, se disséminent ensuite de plus en plus au milieu de l'argile et finissent par disparaître. Les plus gros sont ordinairement à la base au contact des alluvions antérieures ; néanmoins on trouve encore çà et là jusque dans l'argile d'assez gros cailloux.

---

(1) Je dois rappeler cependant qu'il y a de grandes ressemblances entre les silex taillés des stations néolithiques du premier âge et ceux des dernières stations quaternaires. La distinction est possible, puisque tous les archéologues l'ont faite en signalant l'hiatus, mais la véritable différence est la disparition absolue du Renne.

C'est au premier âge néolithique qu'il faut rapporter les *Kjœkkenmœddings*, comme je l'ai montré le 7 avril 1879, ainsi que la station de Saint-Martin-sur-le Pré, si bien explorée par M. Nicaise de Châlons-sur-Marne. On devra aussi y ranger plusieurs stations offrant des silex taillés à la surface du sol, sur des promontoires saillants au milieu des vallées, comme celui de Langres, dont les quatre enceintes, encore visibles sous le sol de la ville, remonteraient ainsi au premier âge néolithique.

Ces cailloux par l'inclination de leur grande face permettent de diviser le phénomène en un certain nombre de phases, les unes locales, les autres générales. Ainsi d'abord, partout où une disposition orographique importante n'a pas modifié le sens du premier courant, les cailloux de la base, plongeant vers le nord suivant leur grande face, indiquent un courant du nord. Sur ce premier lit ne renfermant d'ordinaire que de gros cailloux, on trouve souvent en Bresse des cailloux implantés verticalement; c'est-là, ai-je dit ailleurs, une moraine de chute, indiquant la présence de glaces flottantes. Ailleurs, dans la vallée de la Somme, j'ai cru reconnaître un dépôt de ce genre à la base de l'assise diluvienne.

Au-dessus des dépôts que je viens d'indiquer, les cailloux inclinés différemment témoignent de l'écoulement des eaux par les vallées ; Ils sont ensuite surmontés d'un limon rougeâtre et argileux. Celui-ci fait rarement défaut; mais l'assise caillouteuse indiquant la phase d'écoulement des eaux par les vallées manque assez souvent. Il est même arrivé plusieurs fois que le courant du nord n'était pas encore arrêté que déjà le limon se déposait en abondance et isolait assez les cailloux les uns des autres pour qu'on puisse déjà les considérer comme disséminés dans l'argile. Les cailloux ainsi répandus dans l'argile témoignent encore par leur situation de la direction du courant, c'est ce qui m'autorise à dire que quelquefois le dépôt limoneux s'est déjà formé dans le courant du nord, mais que plus généralement il s'est produit pendant le retrait des eaux et leur écoulement par les vallées actuelles. Celles-ci existaient déjà toutes à cette époque.

Les cailloux mêlés à l'argile diminuent en général de volume et de nombre à mesure qu'on s'élève dans le dépôt, mais cela n'est pas toujours vrai, quant au volume surtout : il arrive parfois qu'on trouve un gros caillou au-dessus de plus petits disséminés dans l'argile. Ensuite cette argile cesse de renfermer des cailloux, mais elle est encore sableuse, d'un rouge assez intense, couleur de rouille. Cette coloration tient sans doute à l'humidité, car elle disparaît dans les tranchées longtemps exposées au soleil. Rarement des érosions postérieures sont venues entamer le dépôt. Cependant ce fait s'est produit en divers points, surtout sur les pentes, où des ravinements se produisent encore aujourd'hui. Ces érosions entament le Diluvium final sur les côtes, le recouvrent au contraire dans les plaines de nos vallées actuelles, et c'est-là le mode d'action des eaux depuis le début de l'époque moderne.

Le dernier Diluvium du nord n'est pas partout accompagné de cailloux. Il n'en renferme que lorsque les assises anciennes sur lesquelles il repose en contenaient déjà, et c'est à celles-ci que les eaux diluviennes les ont empruntés. Elles ne les ont en général entraînés qu'à une faible distance ; aussi ce n'est ordinairement qu'au sud d'un affleurement caillouteux qu'on rencontre des cailloux dans les produits de l'action diluvienne. Du côté du nord, le limon diluvien supérieur ne se sépare souvent que très difficilement des terres meubles sous-jacentes, et une grande habitude devient nécessaire pour faire cette distinction avec quelque certitude. L'aspect du dépôt varie du reste suivant les régions et suivant les matériaux dont il a été formé. Il convient donc en général d'en commencer l'étude sur le revers sud d'un mamelon pour le suivre ensuite de proche en proche. On remarquera ainsi que souvent le Diluvium du nord final ne se distingue du lehm sous-jacent que par une différence de teinte à peine appréciable, et par une ligne de démarcation horizontale, tranchant tous les dépôts inférieurs sans distinction, ainsi que l'aurait fait une érosion puissante. Ces faits ont été depuis expliqués par des altérations atmosphériques, par des lavages par les eaux d'infiltration. Cette dernière méthode, excellente dans bien des circonstances, ne vaut rien, dans le cas qui nous occupe ; car elle ne peut expliquer les traînées de cailloux diluviens du nord, qui séparent en plusieurs points les deux dépôts. Il ne faut donc pas trop généraliser le système des altérations par les eaux d'infiltration. Celles-ci ont eu leur rôle sur le limon diluvien final pour y introduire des dendrites souvent très dures de fer. Ailleurs y ont-elles formé les deux lehm, les deux *loess*, dont nous ont si souvent entretenus autrefois M. Belgrand, M. Delanoue et M. Collomb? Je ne saurais le dire, car je n'en connais pas d'exemples bien nets. Peut-être même la division en deux lehm n'a-t-elle été souvent que la distinction des lehm quaternaires, et des limons du Diluvium final du nord.

C'est dans la séparation de ces divers limons que réside la plus grande difficulté, quand on cherche à constater la présence du Diluvium final du nord au-dessus d'un dépôt quelconque non caillouteux. Néanmoins avec un peu d'habitude on devient d'autant plus facilement maître de la difficulté, qu'à la suite d'une traînée de cailloux descendant la pente sud d'un monticule, on en trouve souvent le prolongement sur le revers opposé de la vallée, dont les cailloux remontent quelquefois un peu la pente. Si même une tranchée coupe la côte vers ce point, on peut saisir le mode d'action des eaux, qui ont labouré à l'aide des cailloux les dépôts meubles sous-jacents et les ont ensuite abandonnés pêle-mêle avec les cailloux dans un tourbillon boueux. Celui-ci s'est en quelque sorte figé sur place au milieu des eaux qui s'élevaient rapidement, en produisant les mêmes effets un peu plus haut sur la même pente.

L'un des caractères les plus frappants du dernier Diluvium du nord, c'est l'indépendance qu'il affecte pour toutes nos vallées presque sans exception. Cependant, comme on le trouve sur les pentes et jusque dans le fond des vallées, on est bien forcé de reconnaître que toutes ces vallées lui sont antérieures. Il faut donc que le courant diluvien ait eu une puissance extrêmement grande ; mais son intensité a dû être de très courte durée pour n'avoir pas produit des effets plus considérables sur le sol et surtout sur les lehm friables de l'époque quaternaire.

La seule exception au courant nord-sud que j'aie rencontrée se trouve dans quelques vallées largement ouvertes vers la Manche, comme celle de la Somme. Là le courant primitif a suivi la vallée. Dans la vallée du Rhône, au sud de Culoz, le dernier Diluvium quaternaire semble d'abord faire défaut. Mais si on en suit la trace d'aval en amont, on constate que les eaux ont pénétré dans la vallée par le sud, avant que celles arrivant du nord aient pu franchir les régions situées entre le Rhin et le Rhône. Dans cette vallée le Diluvium final se présente donc comme le produit d'un contre-courant ayant remonté les cailloux superficiels de la vallée. Cette circonstance en rend l'étude très difficile, parce que quelques produits d'inondation dans les alluvions affectent des caractères similaires. La direction des cailloux, au milieu desquels il n'existe alors ni limons ni sables, permet seule la distinction de ces deux dépôts d'origine si opposée.

Les courses que j'ai faites en 1880 et 1881, sur divers points de de la France, m'ont permis de suivre le passage du Diluvium final des bords de la Manche à la vallée de la Seine, et de là à celles de la Loire et de la Saône. Dans ce vaste espace, je n'ai pas étudié tous les points mais seulement quelques-uns qui m'ont paru plus intéressants.

Bassin de la somme. — D'abord au nord, sauf sur un point où je l'ai vite reconnu, je n'ai pas cherché à constater le Diluvium final aux environs de Boulogne-sur-Mer, parce que durant les courses de la Société, il m'était difficile de tenir compte de toutes les causes d'erreur que peut présenter une étude de ce genre. Au nord de Boulogne, vers Calais, ce Diluvium fait complètement défaut, et cela est très naturel, puisque le maximum de l'envahissement de la mer dans dans cette région ne date, d'après M. Gosselet, que du onzième siècle de notre ère. Ce fait, ainsi que celui que nous a cité M. Sauvage à propos de l'envahissement des dunes dans les terres de l'abbaye de Samers, concorde exactement avec ceux du même genre déjà signalés, aux environs de Ravenne en particulier. En dehors du golfe moderne de Calais, au cap Blanc-Nez, à Béthune, à Saint-Pol, et au sud, à Etaples et près de Montreuil-sur-Mer, on observe partout, au voisinage des affleurements d'alluvions ou de roches préexistantes, les cailloux du Diluvium final du nord séparant le plus souvent deux limons fort différents d'aspect. L'un de ces limons est exploité pour la fabrication des briques ; l'autre est-il l'Ergeron, c'est ce que je ne puis dire, n'ayant pu dans mes excursions le constater. Je puis seulement dire que toute la zone exploitée pour terre à briques repose, en plusieurs points où l'Ergeron semble faire défaut, sur des cailloux appartenant au Diluvium final du nord. Cette dernière couche géologique se poursuit ainsi jusque vers le sud à Abbeville, où on la retrouve avec tous ses divers caractères. A Etaples, elle fait défaut sur les dunes qui sont au-dessus de la gare ; mais je n'ai pu voir si elle passe sous la dune. Cette constatation eût fixé l'âge de la dune. A Abbeville, on voit très nettement le Diluvium final recouvrir toutes les formations des plateaux et de la vallée, les tourbes exceptées. Il est vrai que les silex n'étant pas en général des cailloux aplatis, on peut difficilement voir le sens de leur inclinaison ; le plus souvent ils sont tellement mêlés que sur les pentes la première impression fait songer à un éboulement local. C'est seulement en y regardant de plus près qu'on peut reconnaître la véritable origine du dépôt. Sur un point aux environs d'Abbeville, j'ai constaté la présence d'un petit nombre de cailloux groupés en moraine de chute ; mais tandis qu'en Bresse la moraine de chute est intercalée dans la série diluvienne, à Abbeville au contraire elle était à la base.

Ces divers faits se retrouvent encore dans toute la région comprise entre Abbeville, Sénarpont et Longpré. Partout la série diluvienne présente le même faciès et les mêmes caractères ; partout les dépôts tourbeux des vallées sont postérieurs au dernier Diluvium quaternaire. A Tirancourt, les dépôts laissés sur les tourbes par l'invasion ultérieure de la mer n'ont rien de commun avec le dernier Diluvium du nord. Il faut ajouter que là l'impression laissée par la vue et la nature du dépôt est que l'envahissement et le retrait de la mer furent lents relativement. Pour le dernier Diluvium au contraire, rien ne me laisse, pour le moment du moins, l'idée d'un phénomène lent dans sa marche ; la rapidité d'arrivée comme la rapidité du retrait en sont deux caractères dominants.

A Amiens, ce dépôt est difficilement observable sur les hauteurs de Saint-Acheul, à cause des nombreux puits funéraires gallo-romains qui ont renouvelé toute la surface du plateau jusqu'au-dessous de la base du dernier Diluvium quaternaire. Néanmoins sur un point de la route, avant d'arriver au sommet de la côte, j'ai pu constater à Saint-Acheul sa présence et reconnaître ses principaux caractères : cailloux remaniés par le courant du nord, cailloux disséminés venant du nord d'abord et du sud ensuite, ou, pour être plus exact, suivant ensuite la direction de la vallée en ce point ; enfin un fort dépôt de limon sans cailloux jusque vers la surface du sol. Cette surface remaniée par la charrue sur moins de trente centimètres d'épaisseur, constitue la couche de terre végétale, où l'on voit encore des cailloux, mais dans un désordre qui ne laisse aucun doute sur l'âge et, je dirai plus, sur l'origine de ce terrain.

A partir d'Amiens j'ai suivi dans mes itinéraires deux directions principales : l'une, d'Amiens à Langres, par Reims et Châlons-sur-Marne ; l'autre, d'Amiens à Paris et à Châteaudun. Dans le premier itinéraire j'avais surtout pour but de constater le maintien de la direction N. O.-S. E., observée dans les dépôts caillouteux du dernier Diluvium quaternaire au voisinage de la mer. Cette direction légèrement déviée vers l'ouest tient évidemment à la direction générale de la côte.

D'Amiens a Langres. — A Reims, sous la conduite de M. Lemoine, j'ai pu visiter au delà du pont de Fléchembault de grandes sablières où le lehm du Diluvium final atteint une grande épaisseur, trois mètres environ. Cela tient sans doute à la présence dans le voisinage des sables tertiaires, dont ce dépôt diluvien a toutes les apparences. A quarante kilomètres de Reims, sur la ligne de Soissons, à Braisne, on trouve dans la vallée de la Vesle le dernier Diluvium quaternaire sous deux aspects un peu différents. D'abord dans le milieu de la vallée, il affecte la forme ordinaire : cailloux remaniés par un courant du nord qui remontait le lit de l'ancienne vallée ; ensuite reprise de la surface de ce premier lit par le courant d'écoulement des eaux diluviennes le long de la vallée ; enfin le tout est recouvert par un limon dont l'origine est douteuse ; car situé à un mètre au-dessus de la rivière il peut fort bien être le produit de ses inondations modernes. Cela est d'autant plus probable que sur les rives de la vallée on ne le trouve pas, au moins dans la partie qne j'ai visitée au bord d'une cendrière. Dans ces exploitations de lignites du Soissonais on voit sur les argiles noires divers lits argileux et coquilliers, représentant les alluvions successives des divers âges. Au-dessus on voit un lit argileux et ensuite un lit de débris de coquilles qui représente évidemment le lit des cailloux diluviens du fond de la vallée. C'est le même groupement, la même disposition ; seulement ce qui atteint soixante centimètres dans le milieu de la vallée n'en a plus que vingt au plus sur sa rive nord, au pied des pentes assez rapides des plateaux. Ce dépôt représente pour moi le Diluvium final du nord plus complètement lavé et débarrassé de ses limons supérieurs par les eaux modernes, qu'il ne l'est dans le fond de la vallée, où des dépôts limoneux récents ont pu en partie remplacer ceux que la rivière avait précédemment entraînés. Il est cependant à peu près constant que dans la plupart des vallées, sur les plaines basses bordant nos rivières, on ne trouve plus de limons sur les cailloux du Diluvium final

A Châlons-sur-Marne, le Diluvium du nord se retrouve dans les sablières qui sont en aval de la ville, sur la rive droite de la Marne. Ces sablières indiquent pour la fin de l'époque quaternaire une disposition un peu différente de l'orographie actuelle. On y voit ensuite les limons du dernier Diluvium combler tous les creux laissés à la surface des alluvions antérieures par les eaux. La surface du sol forme ainsi une plaine assez étendue indépendante en quelque sorte de l'allure des dépôts antérieurs. Ainsi par exemple dans l'une des sablières située sur la route de Saint-Martin-sur-le-Pré, on voit des poches de limon du dernier Diluvium quaternaire qui ont jusqu'à deux mètres de profondeur, et tout à coté, les bancs de graviers quaternaires se relevant, le limon diluvien crayeux n'a plus que quelques décimètres de puissance. Une érosion ultérieure semble donc avoir nivelé la surface limoneuse du dernier Diluvium quaternaire et l'avoir ainsi transformée en terrasse. Cette terrasse est par cela même postérieure à l'époque quaternaire et appartient à l'époque moderne. Sa hauteur serait donc fort intéressante à connaître ; on peut la fixer approximativement à moins de dix mètres au-dessus des eaux moyennes de la Marne, environ cinq à six mètres à la berge de la terrasse. Ces chiffres viennent vérifier directement ce que j'avais établi autrefois par une toute autre voie dans ma note sur l'âge des silex de Saint-Acheul et la classification de l'époque quaternaire, le 15 avril 1878.

De Châlons-sur-Marne à Langres le Diluvium du nord se suit régulièrement, et vers cette dernière ville on le voit au fond de la vallée, reposant sur un limon plus ancien dont il n'est séparé que par les cailloux diluviens empruntés aux roches avoisinantes. Enfin sur le col de Chalindrey on rencontre encore le dernier Diluvium quaternaire reposant sur un autre Diluvium du nord plus ancien. Ainsi non seulement le dernier Diluvium quaternaire, mais encore d'autres Diluvium du nord plus anciens, ont franchi le col de Langres passant ainsi des bassins du nord dans le bassin de la Saône. Déjà j'ai signalé l'existence de ces anciens Diluvium du nord autour de Paris le 7 juin 1880, mais leur existence m'est connue sur un grand nombre d'autres points.

Des environs de Langres à Bourg, il devenait inutile de rechercher le dernier Diluvium du nord puisque dans cette région tous les cours d'eau importants s'écoulent du nord au sud depuis fort longtemps, et que pour cette raison les dépôts caillouteux de ce dernier Diluvium ne peuvent se distinguer par aucun caractère des alluvions antérieures.

De Bourg à Lyon cette étude redevient possible par ce que l'ancien cône pliocène du Rhône a rejeté vers le nord les divers cours d'eau de la Bresse, dont les eaux ayant ainsi couru du sud-est au nord-ouest permettent de distinguer à la surface de leurs alluvions les dépôts diluviens du nord. C'est à cette circonstance que sont dues toutes mes observations sur ce sujet.

D'Amiens a Chateaudun. — Entre Amiens et Paris, les eaux de l'Oise courant du nord au sud, toute recherche du Diluvium du nord est inutile puisque alors l'élément principal de distinction entre lui et les alluvions quaternaires se trouve faire défaut. Près de Paris, je l'ai déjà signalé dans la forêt de Montmorency; on le trouve également sur les hauteurs, dans les carrières où sont exploitées les meulières.

Dans les vallées je n'avais pas encore constaté sa présence, lorsque les observations d'un de mes plus savants maîtres portèrent mon attention sur la vallée de Mitry Sevran, suivie par le canal de l'Ourcq. Dans cette vallée on a trouvé l'*Elephas primigenius* dans des sables argileux ou vaseux, que jusqu'à ce jour on avait placés sur le Diluvium rouge signalé par M. Hébert en divers points de la surface du sol. Ce Diluvium rouge correspond exactement, on le sait déjà, à mon dernier Diluvium quaternaire. Il devenait donc intéressant de rechercher si ce dernier Diluvium était réellement antérieur aux derniers Mammouths de la vallée de Sevran, ou si, comme partout ailleurs, il leur était postérieur. Intéressé dans la question, j'ai dû m'astreindre à une recherche plus minutieuse, et grâce à diverses fouilles faites assez récemment, j'ai pu établir d'une façon certaine le passage du dernier Diluvium du nord par-dessus les dépôts argileux à Mammouth.

J'ai constaté en même temps que, dans cette vallée, comme partout ailleurs, les tourbes de Mitry reposent sur le dernier Diluvium quaternaire. Il résulte donc de mes explorations que le dernier Diluvium quaternaire est, ainsi que je l'ai déjà dit, postérieur à l'*Elephas primigenius* et au Renne, et antérieur à la faune actuelle qui se trouve seule, avec les civilisations modernes de la pierre polie et du bronze, dans nos tourbières des vallées.

Des environs immédiats de Paris j'ai passé à la station bien connue de Saint-Prest, où l'on voit le dernier Diluvium quaternaire recouvrir d'autres Diluvium similaires plus anciens. Ceux-ci se retrouvent plus au sud à Chateaudun, où ils sont recouverts au nord de cette ville, sur la route de Brou, par des alluvions limoneuses quaternaires qui elles-mêmes supportent le dernier Diluvium quaternaire.

La présence du Diluvium final à Châteaudun permettant de conclure à sa prolongation dans les vallées du bassin de la Loire, j'ai arrêté là mes explorations.

Conclusions. — Ainsi de quelque côté que j'aie dirigé mes pas, j'ai pu constater la permanence des caractères du dernier Diluvium quaternaire tels que je les ai indiqués ci-dessus. J'ai pu de même observer son passage par-dessus les lignes de faîte de nos bassins; et enfin dans la vallée de Sevran j'ai reconnu sa superposition aux derniers témoins de la faune quaternaire. Son âge est donc bien établi entre la faune quaternaire et les tourbières à pierre polie des vallées, pour les désigner sous un nom connu ; car, il ne faut pas oublier que la première civilisation postérieure au dernier Diluvium du nord ne possédait pas la pierre polie, mais des formes paléolithiques.

Il reste maintenant à donner un nom à ce Diluvium. L'appeler Diluvium du nord est impossible; car, ainsi que je l'ai dit déjà à plusieurs reprises, il existe d'autres Diluvium du nord. On ne peut davantage lui laisser le nom de Diluvium rouge. En effet, sa coloration, quoique assez uniforme, présente des variations de teintes très sensibles, qui sont toujours en rapport avec les colorations des terrains sous-jacents. Aux environs de Brunoy, dans des exploitations de meulières situées près du village d'Yères, on voit deux zones diluviennes. L'une est jaune, formée aux dépens de roches calcaires assez analogues au Calcaire grossier du bassin de Paris. L'autre, à laquelle on passe ensuite, est rouge intense et doit sa couleur aux argiles des meulières situées dans le voisinage vers le nord. A Châteaudun au contraire le dernier Diluvium est jaune comme les terrains sous-jacents. Dans le nord, sur les plateaux entre Abbeville et Sénarpont il se distingue à peine de l'argile à silex dont il est un produit remanié. A Châlons-sur-Marne et dans la vallée de Sénarpont, il est blanc à cause du voisinage de la Craie. Partout enfin sa coloration comme la nature de ses cailloux dépend des formations du voisinage.

On ne peut donc emprunter au caractère de la coloration un nom qui d'autre part serait commun à cette couche et à diverses autres présentant le même aspect (1).

Donner un nom de région m'a paru peu en rapport avec l'extension du phénomène, et j'ai préféré le nom de *Diluvium final* qui rend compte en même temps de la situation géologique et de la nature du dépôt.

M. **Parran** fait une communication sur la géologie de la **Russie méridionale.**

M. Lambert fait la communication suivante :

Note sur les **sables oligocènes** *des environs d'***Étampes.**

par **M. J. Lambert.**

Le Mémoire que nous avons l'honneur, M. Stanislas Meunier et moi, d'offrir à la Société géologique est consacré à l'étude des sables marins de Pierrefitte près Étampes (2).

L'horizon des sables de Pierrefitte, qui n'était pas encore connu lors du voyage de la Société à Étampes en 1878 (3), occupe un niveau intermédiaire entre les faluns de Jeurre et les sables d'Ormoy ; il est surtout caractérisé par l'extrême abondance d'une petite coquille, le *Corbulomya triangula*, Nyst., et nous avons donné à l'assise le nom de *Sables à Corbulomyes.* Sans entrer ici dans aucun des détails que l'on trouvera consignés dans notre Mémoire, nous nous bornerons à en rappeler les résultats, et nous ajouterons quelques remarques nouvelles sur l'extension à Étampes même de l'assise qui nous occupe.

---

(1) Dans le bassin de Paris, on trouve deux Diluvium rouges, très rarement superposés l'un à l'autre, cependant l'un est plus ancien que l'autre. Ces deux Diluvium rouges présentent absolument les mêmes caractères et souvent la même coloration rouge de rouille ou rouge Kermès intense. Leur superposition était très évidente à l'époque de la construction du boulevard Monge : l'un d'eux était visible daus les tranchées de l'égout, l'autre recouvrait les terrains quaternaires. Ce dernier étant le représentant du dernier Diluvium quaternaire, l'autre doit être le Diluvium rouge à poches du bassin de Paris. Ce Diluvium inférieur sur bien des points présente de telles analogies avec le dernier Diluvium quaternaire qu'ils ont été souvent pris l'un pour l'autre. De cette ressemblance on peut conclure encore que leur mode de formation doit être identique.

(2) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2ᵉ sér. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur les sables marins de Pierrefitte près Étampes par MM. Stanislas Meunier et J. Lambert.

(3) Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3ᵉ sér., t. VI, p. 663, et la note p. 668.

Les sables de Pierrefitte nous ont fourni 122 espèces de mollusques, dont 30 nouvelles pour la science et six pour le bassin tertiaire parisien, comme *Cytherea subarata*, de Mayence, *Eulima subulata*, des Faluns de Touraine, *Fusus elongatus*, du Tongrien de Belgique, *Murex ornatus*, de Gaas, *Columbella inornata*, de Weinheim et *Cyprea subexcisa*, des bassins de Vienne et de Mayence. Aujourd'hui de nouvelles recherches nous permettent d'ajouter aux espèces citées dans notre Mémoire les :

Pleurotoma Duchasteli, Deshayes.
Odostomia alligata, Deshayes.
Cerithium limula, Deshayes.
Cyrena heterodonta, Deshayes.
C. semistriata, Deshayes.
Corbula subpisum, d'Orbigny.

et des espèces non encore déterminées, appartenant aux genres *Cerithium, Melania, Turbonilla* et *Gastrochœna*, puis des débris de Balane (*Balanus unguiformis*, Sowerby) un Bryozoaire, deux Polypiers et un Oursin, le *Scutulum Parisiense*, Tournouer (1).

Des recherches récentes entreprises dans la ville même d'Étampes, à l'occasion de travaux de distribution d'eaux, nous ont permis de constater sur un nouveau point l'existence des sables à Corbulomyes. Dans le bas des rues du Flacon et Saint-Antoine, la tranchée profonde en moyenne de 1^{m},20 entamait sur une hauteur totale de 3 mètres environ des sables blancs, quartzeux, fins, à Corbulomyes, jusqu'à une altitude voisine de 75 mètres. Les fossiles, tous de petite taille, étaient surtout abondants devant le collège et malgré la rapidité des travaux, qui ne permit pas de prolonger les recherches, nous avons recueilli sur ce point les espèces suivantes :

---

(1) Le petit Oursin que nous signalons à Pierrefitte est une variété de petite taille de la seule espèce oligocène parisienne aujourd'hui connue et pour laquelle M. Tournouer créa le genre *Scutulum.* Le type provient des marnes à *Ostrea longirostris* de Massy et porte dans la collection du docteur Bezançon le nom de *Scutulum Massyense ;* mais le premier nom imprimé est celui de *Scutulum Parisiense* qui doit être préféré. Cette espèce a été retrouvée à Jeurre et aussi à Ormoy. La variété de petite taille que nous avons recueillie à Pierrefitte est identique à de jeunes échantillons de Massy ; elle diffère beaucoup du type, se rapproche des *Scutellina rotunda,* Forbes et *S. fibularoïdes,* Des Moulins, et nous croyons que, sauf la position du periprocte qui reste constante, les caractères principaux du genre *Scutulum* ne se développent qu'avec l'âge, en sorte que les Scutellines représenteraient à l'état permanent une forme transitoire des *Scutulum,* si tant est que les deux genres doivent être maintenus. Quant au *Scutulum Parisiense* type, on peut se demander s'il diffère beaucoup de la petite espèce de l'Allemagne du Nord connue sous le nom de *Scutella germinans.* Voir Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3ᵉ sér., t. III, p. 486, et 2ᵉ sér., t. XXVI, p. 980.

Balanus unguiformis, Sowerby ? 2, (1).
Buccinum Gossardi, Nyst. (jeune), 1.
Natica micromphalus, Sandberger, 4.
Turbonilla ambigua, Deshayes, 2.
Odostomia acuminata, Deshayes, 12.
Melania semidecussata, Lamarck, 60.
Cerithium plicatum, Bruguières, 50.
C. conjunctum, Deshayes, 5.
C. elegans, Lamarck, 1.
C. trochleare, Lamarck, 4.
C. Boblayi, Deshayes, 1.
C. Jeurense, Deshayes ? 1.
C. Lamarckii, Brongniart, 1.
Rissoa inchoata, Deshayes, 10.
R. turbinata, Defrance, 16.
R. dubia, Defrance, 25.
Bithynia Dubuissoni, Bouillet, 6.
Bullina exerta, Deshayes, 35.
Bulla conoïdea, Deshayes, 20.
Pectunculus obovatus, Lamarck, 1.
P. obliteratus, Deshayes ? 2.
P. angusticostatus, Lamarck, 1.
Arca Sandbergeri, Deshayes, 2.
Cardium Raulini, Deshayes, 12.
C. tenuisulcatum, Nyst. 2.
Lucina squamosa, Lamarck, 20.
L. undulata, Lamarck, 30.
L. Thierensi, Hébert, 15.
Cyrena heterodonta, Deshayes, 1.
Cytherea Stampinensis, Deshayes, 5.
C. depressa, Deshayes, 20.
C. splendida, Mérian, 3.
C. striatissima, Deshayes, 1.
Tellina Heberti, Deshayes, 1.
Corbulomya Morleti, Stan. Meunier, 12.
C. Nystii, Deshayes, 15.
C. triangula, Nyst. 160,

en outre un Bryozoaire et des espèces non encore déterminées appartenant aux genres *Cerithium*, *Turbonilla*, *Bithynia*, et *Syndosmya.*

Cette faune présente comme on le voit, des rapports très étroits avec celle des faluns inférieurs de Jeurre, et cependant l'abondance extrême dans les sables d'Étampes du *Corbulomya triangula* et la présence de certaines espèces, comme *Cerithium Lamarckii* et *Corbulomya Morleti*, indiquent un niveau plus élevé et relient nos sables à ceux de Pierrefitte, qui, moins anciens, renferment déjà les espèces caractéristiques d'Ormoy. Les sables à Corbulomyes d'Étampes offrent une certaine puissance et se propagent en profondeur, car on en retrouve rue de la Tannerie (caves de la maison n° 7) un dernier affleurement, à une altitude voisine de 70 mètres. Des recherches sommaires que je viens d'exécuter sur ce point, il résulte que la faune offre la plus grande analogie avec celle des sables de la rue Saint-Antoine, quoique présentant un faciès un peu plus ancien. Arrivé ici nous touchons presque à l'horizon supérieur des sables gris de Morigny à *Melania semidecussata*, et en résumé nous avons à Étampes au-dessus des couches bien connues de Morigny la succession suivante :

---

(1) Le chiffre placé après le nom d'espèce indique le nombre d'échantillons recueillis.

Sables à Corbulomyes d'Étampes.
3. Sable à *Cardita Bazini* de la côte Saint-Martin (horizon de Pierrefitte) (1).
2. Sable à *Syndosmya elegans* de Vauroux (2).
1. Sable à *Lucina Thierensi* de la rue Saint-Antoine.

Ainsi nous établissons pour les sables oligocènes inférieurs au falun de Pierrefitte la succession exacte et détaillée des assises : au-dessus des marnes à huîtres et de la molasse d'Étrechy viennent les faluns de Jeurre à *Ostrea cyathula*, puis le falun à *Pectunculus obovatus* de Morigny, surmonté par le sable gris à *Cytherea splendida*. Ces couches de la base sont depuis longtemps connues, mais la masse des sables quartzeux qui viennent au-dessus l'était si peu qu'on est allé jusqu'à faire de ces sables marins des dunes rejetées par les vents sur les rivages de la mer miocène. Ce sont ces sables que nous avons étudiés et dont la première assise, constituée par les couches à Corbulomyes, se termine avec le falun de Pierrefitte.

Quant aux assises supérieures aux sables à Corbulomyes, nous en avons dans notre Mémoire fait connaître la succession complète. Nous avons montré comment à Moulinveau, près Saint-Hilaire, le falun de Pierrefitte était recouvert par l'assise des sables lilacés à galets et dents de *Lamna* et comment ceux-ci étaient à leur tour recouverts par une dernière assise de sables quartzeux, blancs, très fins, en relation directe avec les marnes à Bithynies, base du calcaire de Beauce.

Pour compléter cette démonstration et en même temps signaler à l'attention des géologues un intéressant gisement de fossiles, nous donnerons ici la coupe de la carrière du Sablon à Chalo-Saint-Mars,

		Terre végétale	$0^{m},20$
Calcaire de Beauce $4^{m},50$.	7.	Calcaire de Beauce fragmenté et remanié	$1^{m},00$
	6.	Lit tourbeux mince.	
		Calcaire lacustre fragmenté avec quelques petits lits tourbeux noirs	$1^{m},00$
		Banc de silex meuliériforme	$0^{m},40$
		Marnes grises bien stratifiées	$0^{m},40$
		Lit tourbeux noir à *Cerithium Lamarckii*.	
Alt. 110^{m}.	5.	Marnes à Bithynies renfermant trois petits lits tourbeux noirs irréguliers	$1^{m},50$

---

(1) Voir notre Mémoire p. 263 et aussi Tournouer. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3ᵉ sér., t. VI, p. 667.

(2) Nous avons donné la coupe des sables de Vauroux dans notre Mémoire p. 263. Aux espèces citées on peut ajouter : *Pleurotoma Belgica*, Munster, *Lucina Thierensi*, Hébert et deux *Cyrena* qui nous paraissent inédites.

Sables oligocènes 8^{m}.	4.	Sable jaune, quartzeux, fin, à nombreux fossiles .	0^{m},20
	3.	Sables quartzeux, blancs, impalpables	1^{m},80
	2.	Sables quartzeux, fins, lilacés, avec petits galets siliceux disséminés.	2^{m},00
		Lit de sable lilacé demi-fin, à petits galets siliceux.	0^{m},20
		Sables quartzeux, blancs, très fins	1^{m},50
		Sable grossier à galets noirs et gris de moyenne taille	0^{m},30
		Sable quartzeux, blanc, fin	1^{m},00
	1.	Lit de gros galets siliceux	0^{m},25
		Sable lilacé, demi-fin, finement stratifié	0^{m},60
		Lit de gros galets	0^{m},20
		Sable???	
			12^{m},55

Cette coupe complète celle que nous avons donnée de la tranchée de Moulinveau ; on y trouve, au-dessus de l'horizon des sables lilacés à galets, la couche si constante des sables purs et fins, presque impalpables, qui terminent la série des couches marines. Ce sont ces sables, qui, pénétrés plus tard par des émissions siliceuses, ont été transformés en grès tabulaires, dont les débris se dressent en roches pittoresques sur les flancs de nos collines ; ici ils sont restés à l'état de sables purs et renferment la plupart des espèces de la faune d'Ormoy.

Comme à Ormoy, la couche fossilifère en contact avec les marnes à Bithynies reste indépendante de ces marnes et constitue l'assise la plus élevée des sables oligocènes, dernier dépôt d'une mer sans profondeur, formé dans une sorte de vaste estuaire qui va définitivement se séparer de l'Océan pour faire place au grand lac de Beauce.

Mais, comme nous l'avons établi (1), aux premiers jours de sa formation le lac nouveau eut encore à subir quelques invasions passagères des eaux marines et la première faune lacustre passe sur certains points à une faune d'estuaire, qui s'intercale plus ou moins haut suivant les lieux au sein des marnes à *Bithynia Dubuissoni.* Ce phénomène a été signalé, il y a déjà longtemps, par M. Vélain dans sa coupe de la carrière de Valnay (2) ; on en retrouve ici une nouvelle manifestation : au sein des marnes à Bithynies se développe une petite couche marno-sablonneuse, visible principalement à 200 mètres au nord de la carrière du Sablon, et renfermant : *Cerithium plicatum*, Bruguières. — *C. Lamarckii*, Brongniart. — *Calyptrea*

---

(1) Voir notre Mémoire, p. 267, et aussi Tournouër. *Bul. Soc. Géol. de France*, 3^{e} série, t. VI, p. 668.

(2) Cette carrière dont la coupe est donnée par M. Tournouër. *Bul. loc. cit* p. 667, est située à Valnay et non au Carrefour; elle est à plus de 3 kilomètres du village de Chalo-Saint-Mars.

labellata, Deshayes. — *Dentalium seminudum*, Deshayes. — *Cytherea incrassata*, Sowerby, et de très belles *Cardita Bazini*, Deshayes. Cette faunule rappelle la faune d'Ormoy ; mais elle ne représente pas exactement le niveau d'Ormoy ; elle lui est postérieure et ne s'est développée qu'après l'émersion du seuil qui sépara le lac de Beauce des mers voisines. Ormoy au contraire est un dépôt antérieur à cette émersion. Sans doute, le soulèvement n'a pas été brusque et les lagunes, où vivait la dernière faune oligocène, avaient lentement succédé déjà à la mer plus profonde des faluns de Morigny ; mais enfin il y eut un moment où la libre communication de ces lagunes et de l'Océan cessa. Cette fermeture, qui occasionna le lac de Beauce, doit servir de limite séparative entre les deux formations, car elle constitue, selon nous, le phénomène dominant de cette époque. Dans la coupe précédente, cette limite naturelle se place entre les bancs 4 et 5. La couche 4 c'est le sable d'Ormoy avec ses fossiles marins bien connus et ici dans un parfait état de conservation ; la couche 5 c'est la marne à *Bithynia Dubuissoni*, base du calcaire de Beauce, avec sa faune lacustre et intercalation accidentelle de marne sablonneuse à *Cardita Bazini*.

En résumé nous avons aujourd'hui reconnu à Etampes la succession de couches suivantes :

12. Calcaire pisolithique et conglomérat à Helix de Moulineu.
11. Travertin et meulières de Beauce à Lymnées (côte St.-Martin.)
10. Marnes et silex à Bithynies (environs d'Etampes). — Marnes à Cardites de Valnay et Chalo-Saint-Mars. — Sable à *Antracotherium* de La-Ferté-Alais. } Formation lacustre.
9. Sables d'Ormoy et grès de Fontainebleau.
8. Sables lilacés à galets (Saclas, Moulinveau.) ———— C. (1).
7. Falun de Pierrefitte.
———— B.
6. Sables de Vauroux.
5. Sables de la rue St.-Ant. } Sables à Corbulomyes.
———— A.
4. Sables à *Cytherea splendida* de Morigny.
3. Falun à *Pectunculus obovatus* de Morigny.
2. Falun à *Ostrea cyathula* de Jeurre.
1. Molasse et marnes d'Etrechy. } Formation marine.
Marnes et calcaires siliceux de Brie. . . . . — Lacustre.

---

(1) Les lignes A. B. C. indiquent les principaux niveaux de galets aux environs d'Etampes. Le niveau inférieur A. visible à Etrechy, Jeurre, Champigny et Etampes, correspond à une érosion assez sensible; il renferme comme le niveau B. de Pierrefitte des débris de l'*Halitherium Guettardi*. Les lits multiples C. de la couche 8 sont ceux indiqués dans nos coupes de Moulinveau et de Chalo-Saint-Mars ; ils ne renferment qu'accidentellement des dents usées de *Lamna*.

M. L. Carez fait remarquer l'intérêt que présentent pour l'étude du Miocène inférieur de notre région, les belles recherches de M. Lambert ; mais il demande si la superposition effective des sables de Pierrefitte aux horizons anciennement connus de Jeurre et de Morigny a été constatée, ou si la succession n'est indiquée que comme une hypothèse très probable.

Si les sables de Pierrefitte occupent la partie moyenne des sables de Fontainebleau, il faudra abandonner l'idée généralement acceptée jusqu'à ce jour, que la *Natica crassatina* se rencontre uniquement dans les horizons les plus inférieurs de l'étage et peut servir à les caractériser.

M. Lambert répond qu'en effet la couche fossilifère, occupant à Pierrefitte même le fond de la vallée, on ne peut observer directement les assises inférieures, que cependant, dans cette localité, le sable fossilifère repose sur des sables quartzeux, blancs, très fins, sans fossiles, reconnus sur une épaisseur de 30 cent. avec intercalation d'un lit de gros galets siliceux ; cette disposition statigraphique ne se retrouve ni à Etrechy, ni à Jeurre, ni à Brunehaut. Il ajoute que le prolongement de la couche de Pierrefitte du côté d'Etampes, jusqu'à la côte Saint-Martin, permet de s'assurer directement que cette assise occupe un niveau moyen au milieu de la masse des sables quartzeux blancs dits de Fontainebleau.

Quant à la présence à Pierrefitte du *Natica crassatina*, c'est un fait qui n'a pas lieu de surprendre. Sans doute, le principal niveau de ce fossile est la base du falun de Jeurre, mais il remonte plus haut ; on le retrouve, quoique rarement, dans le falun à *Pectunculus obovatus* (de Morigny), et, ce qui est décisif, on le signale jusque dans le sable d'Ormoy. M. Lambert n'a pas encore trouvé lui-même l'espèce à ce niveau ; mais il a vu un échantillon du *Natica crassatina* provenant d'Ormoy dans la belle collection de M. Bernay à Valmondois.

Les *Natica crassatina* de Pierrefitte sont toujours moins développés que les échantillons de Jeurre et semblent constituer dans les couches supérieures une variété de petite taille caractéristique. En somme, il en est du *Natica crassatina* comme des *Cerithium plicatum*, *Cer. trochleare*, *Bulla turgidula*, *Ostrea cyathula*, *Lucina Heberti*, et *Cytherea incrassata*, qui se rencontrent à tous les niveaux ; ces fossiles sont des caractéristiques d'étage et non d'assise. D'ailleurs les caractères généraux de la faune de Pierrefitte, d'accord avec les considérations statigraphiques, s'opposent, d'après M. Lambert, à ce que l'on identifie ce niveau avec celui des faluns de Jeurre et d'Etrechy.

M. **Munier-Chalmas** présente : 1° une Note sur une nouvelle espèce de *Diceras* du **Corallien** du **Jura** ; 2° une Note sur le genre *Valletia* du **Néocomien inférieur de Chambéry** ; 3° une Note sur quelques espèces de **Trigonies du Jurassique.**

M. **Munier-Chalmas** a publié (1) un genre nouveau de Crinoïde, du Dévonien inférieur de Gahard, qu'il a désigné sous le nom *Belemnocrinus*. Ce nom ayant été employé en 1862 par M. White (2), il propose de le désigner maintenant sous le nom de *Belocrinus*.

Le Secrétaire analyse la note suivante :

Note sur les **Terrains primaires** *du* **Morbihan.**

par M. **de Lacvivier.**

Dans une excursion (3) que j'ai faite à Malestroit (Morbihan), j'ai eu l'occasion d'étudier le Silurien, qui est fossilifère dans cette région. Je ne crois pas que des fossiles aient été déjà signalés sur ce point, mais j'en avais vu dans la collection de la Sorbonne, qui provenaient de Monteneuf, à 20 kilomètres au N.-E. dans la direction de Rennes.

Indépendamment du Silurien, j'ai constaté la présence du Cambrien, qui présente ici une certaine importance. Mais, avant de commencer cette étude, il me paraît utile de jeter un coup d'œil sur la carte géologique du Morbihan, par MM. Lorieux et E. de Fourcy, ingénieurs des mines, et de voir quelle idée ces géologues se faisaient des couches qui forment cette région.

Sur cette carte, une bande granitique se trouve indiquée, de la station de Questembert à Trénidhon, à 2 kilomètres et demi vers le nord. De ce point à Carvazio, un peu au sud de Molac, est représentée une deuxième bande teintée en jaune, composée de schistes argileux (schistes ardoisiers), dont les bords sont figurés par des hachures rouges indiquant que ces parties sont modifiées par le granite. Cette roche forme une amande au milieu de ces couches, qui appartiendraient au Silurien, d'après ces géologues. Ils les considèrent comme la partie moyenne de ce terrain.

Au delà est indiquée une nouvelle bande granitique d'une assez grande étendue qui se poursuit jusqu'aux environs de Bohal. Puis

(1) *Journal de Conchyliologie*, 1876.

(2) White, *Proc. Bost. Soc. Nat. Hist.*, vol. IX, 1862.

(3) J'ai fait cette excursion en compagnie de M. Rémy, professeur au lycée de Lorient, qui connaît le pays, et a bien voulu me donner les indications nécessaires.

viennent des schistes argileux siluriens, avec traces de métamorphisme sur les bords, et intercalation de grès, de poudingues et pierre à bâtir vers Tireven. Ceci est désigné comme formant la partie inférieure du Silurien; les grauwackes et schistes rouges, indiqués vers Monteneuf, seraient la partie supérieure de ce terrain.

MM. Lorieux et E. de Fourcy avaient ainsi reconnu le Silurien dans cette région, mais ils ne paraissent pas avoir vu le Cambrien, qu'ils signalent cependant sur d'autres points du département.

Mes observations ne me laissent aucun doute sur l'existence de ce dernier terrain dans la partie du Morbihan que j'ai étudiée, et nous allons voir qu'il y occupe une place importante. La voie ferrée de Questembert à Malestroit n'était pas encore livrée à l'exploitation et j'ai pu relever la coupe suivante, en allant du sud au nord :

COUPE

La petite ville de Questembert est sur un des points les plus élevés de ce pays, et bien que le sol s'abaisse vers le nord, à la station du chemin de fer, on est encore à 105 mètres d'altitude. Cette partie est formée par le granite à gros grains (¹) que l'on peut suivre le long de la voie jusqu'à Kerjuhel, sur une étendue d'environ 2,500 mètres.

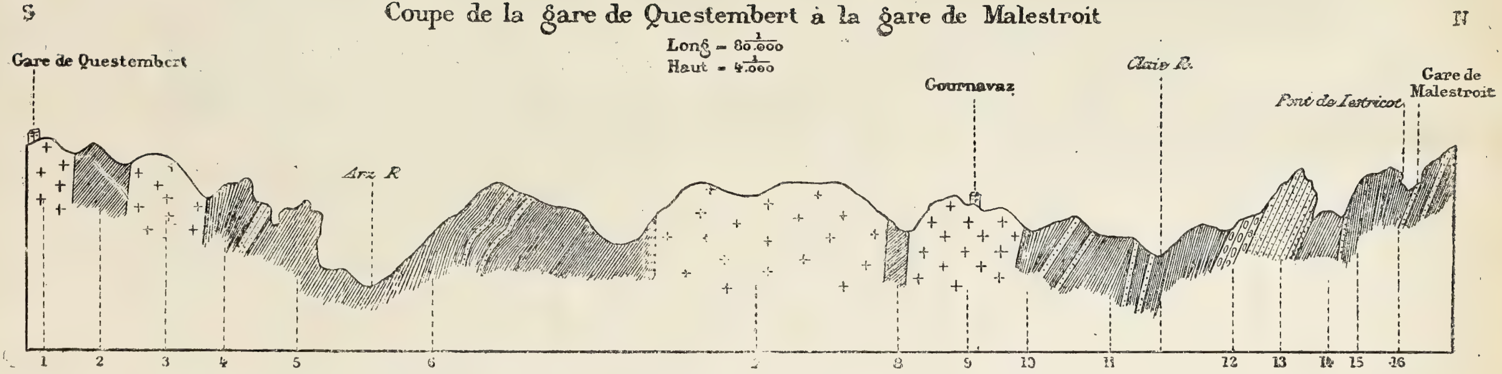
Au delà viennent des schistes cristallins (²) très micacés, fortement inclinés, plongeant au sud, auxquels succède une nouvelle masse granitique (³). Les premiers bancs sont très durs, mais les derniers sont décomposés et supportent des schistes terreux (⁴). Les schistes cristallins enclavés dans le granite, ont été traversés et redressés par cette roche.

Aux schistes terreux succèdent d'autres schistes traversés par des filons de quartz. Quelquefois la roche est pénétrée complètement par la silice et passe au quartzite. Tout cela plonge en sens inverse et forme un escarpement. Au-dessus, on trouve une succession de schistes satinés bleus, de schistes jaunâtres, noirâtres, terreux, de schistes maclifères (⁵). Les cristaux sont d'abord petits, et rendent à peine la roche rugueuse; mais bientôt ils augmentent de volume et se présentent sous la forme de longs prismes dont la section a jusqu'à 8 millimètres de côté. Les couches qui en renferment ont une épaisseur de 150 à 200 mètres. Les derniers bancs forment un escarpement considérable, au-dessus d'une dépression dans laquelle coule un ruisseau appelé l'Arz.

Depuis la station de Questembert, le sol s'est abaissé graduellement jusqu'à 18 mètres d'altitude et l'établissement de la voie a nécessité sur ce point un remblai énorme.

Coupe de la gare de Questembert à la gare de Malestroit

Long = $\frac{1}{80.000}$
Haut = $\frac{1}{4.000}$


S
N
Gare de Questembert
Arz R
Gournavaz
Claie R.
Pont de Lestricot
Gare de Malestroit
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Au delà du ruisseau, sur la rive gauche, le sol s'élève rapidement. On trouve une succession de schistes rouges (⁶) lie de vin, verts, jaunes, avec bancs de grès intercalés à la partie supérieure. On y trouve aussi des filons de quartz. D'abord assez redressés, ils prennent une inclinaison assez forte, avec plongement à l'ouest, et direction S. E.-N. O. Ces couches sont contournées et disloquées, surtout dans la partie la plus élevée. Elles se terminent à peu près à la hauteur du village de Molac, à 6 kilomètres environ de la station de Questembert et viennent butter contre le granite (⁷). Celui-ci occupe une étendue de terrain considérable; il forme, au delà de Molac, un plateau assez élevé, occupé à l'ouest par des forêts, et à l'est par une partie des Landes de Lanvaux. Un moment interrompu, près de Gournavaz, par une couche peu épaisse de schistes terreux (⁸), il se poursuit (⁹) dans la direction du nord et se termine vers Bohal, comme cela est indiqué sur la carte géologique du Morbihan. Sur ce point, le granite est en contact avec des marnes (¹⁰), peu visibles, parce qu'elles sont cachées par la végétation et que la tranchée est insignifiante.

Un peu plus loin, on trouve quelques bancs de grès durs et des schistes (¹¹) d'une épaisseur considérable. Ces couches qui plongent N.-N.-E. sont rouges, verdâtres, jaunâtres et forment une dépression dans laquelle coule la Claie. Ils se continuent sur la rive gauche de la rivière, avec une grande variété de coloration, mais le rouge lie de vin domine surtout à la partie supérieure. Au delà, ils sont surmontés par une masse peu épaisse d'un poudingue ferrugineux (¹²), peu cohérent, que l'on a utilisé comme ballast. Cette couche donne une teinte vive aux coteaux qui s'étendent sur la droite.

Par-dessus vient un grès dur, très siliceux (¹³), espèce de quartzite formant un escarpement considérable aux arêtes vives, et dont le plongement est S.-O. Les couches suivantes plongent en sens inverse. Je ne suis pas bien fixé sur l'âge de ces dernières assises; cependant, je suis disposé à les considérer comme faisant partie de l'ensemble que je viens de décrire. Je crois que cette série de schistes maclifères, de schistes satinés, et de couches de même nature minéralogique, si diversement colorées, renfermant des bancs de grès, terminée par les quartzites et traversée sur plusieurs points par des masses granitiques, représente le Cambrien. Il offre à peu de chose près la même composition que les couches de Mortainet de Saint-Lô décrites par M. Dalimier, et il est la continuation de celles qu'il a signalées à Plélan et à Montfort-sur-Meu, à la limite du Morbihan et de l'Ille-et-Vilaine. Elles plongent ici sous le Silurien moyen pour aller reparaître dans la direction du N.-E.

Sur les quartzites reposent des schistes (14) qui plongent, avons-nous vu, en sens inverse. Il y a d'abord des couches rouges dans le fond du vallon sur lequel on a fait un remblai énorme. Au-dessus, on trouve une alternance de schistes jaunes, noirâtres, violacés (15) dont le prolongement est N.-N.-E. et qui se dirigent de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. Le sol s'élève d'une manière sensible, la tranchée présente une assez grande épaisseur, ce qui a nécessité la construction d'un pont, pour établir la communication. Au delà, à l'endroit appelé Lestricot, se trouve une couche fossilifère (16); elle est oblique à la voie ferrée, de sorte que le côté droit n'est qu'à 200 mètres du pont, tandis que le bord gauche se trouve à 300 mètres. De ce côté, elle est recoupée par la route départementale de Vannes et le chemin de Saint-Marcel. On a trouvé des fossiles dans les tranchées.

Les couches fossilifères peu épaisses, trente à quarante mètres environ, sont formées par des schistes bleuâtres et jaunâtres. Plus loin, vers la gare, il y a des bancs rougeâtres, ferrugineux, et de temps à autre on trouve des bancs peu épais de grès dur. La gare est établie sur un remblai énorme, dit du Vaugace, fait avec ce qui a été retiré de la tranchée de Lestricot. Aussi, c'est sur ce point (1) que j'ai trouvé le plus de fossiles. Aujourd'hui, que la ligne est exploitée, les recherches ne sont plus possibles.

J'ai recueilli dans la tranchée et sur le remblai :

1° *Calymene Tristani*, Brong.
2° *Bellerophon bilobatus.*
3° *Orthonota*, sp.
4° *Bedonia,* n. sp.
5° *Orthis Dudleighensis*, Trom. (*Orthis redux*).

J'ai rapporté une trentaine d'exemplaires de Trilobites, dont plusieurs étaient déformés et indéterminables. Quelques *Calymene Tristani* étaient en bon état de conservation. Indépendamment de ces fossiles, j'en ai recueilli un grand nombre d'autres qui étaient trop écrasés pour pouvoir être reconnus. Ceux que je cite suffisent pour fixer le niveau auquel ils appartiennent. Le numéro 4 est une espèce du Silurien moyen de Bretagne, de la Mayenne, de la Sarthe, etc. La présence du *Calymene Tristani* suffit d'ailleurs pour caractériser ces couches. Les schistes du Silurien moyen se poursuivent vers Ploërmel. Quant à la bande fossilifère, elle paraît se diriger vers Monteneuf. C'est dans cette direction que se trouve le Cambrien décrit par M. Dalimier, et c'est de ce côté que je me propose de la suivre, dans une prochaine excursion.

---

(1) M. Daumas conducteur de la voie, qui a bien voulu me donner des renseignements, m'a dit que de nombreux fossiles très beaux ont été recueillis dans cet endroit.

Sur le **Terrain crétacé** *du* **Sahara septentrional**,

par M. G. **Rolland** (1).

Pl. XIII, XIV et XV.

J'ai pris part, au cours de l'hiver et du printemps 1879-1880, à la mission transsaharienne de Laghouat-El Golea-Ouargla-Biskra, dirigée par M. Choisy, et me propose de résumer devant la Société géologique mes travaux sur le terrain crétacé du Sahara septentrional.

Je présente en même temps une carte géologique du Sahara, à l'échelle du $\frac{1}{5,000,000^{e}}$ allant du 6^{e} degré de longitude ouest au 13^{e} degré de longitude est, et descendant jusqu'au 24^{e} degré de latitude (2) ; (Planche XIII). Elle comprend une partie du Sahara central, dont la géologie fera l'objet d'une communication ultérieure.

La craie forme l'ossature de tout le Sahara septentrional. Les mêmes couches crétacées, caractérisées par les mêmes faunes et offrant sur de vastes espaces le même faciès minéralogique, se déroulent, au sud de l'Atlas et de la Méditerranée, depuis le Maroc à l'ouest, jusqu'à la Syrie à l'est, sur une longueur de près de 60 degrés en longitude et une largeur de 3 à 6 degrés en latitude.

Le Sahara septentrional est, contrairement aux idées reçues, généralement rocheux et parfois accidenté.

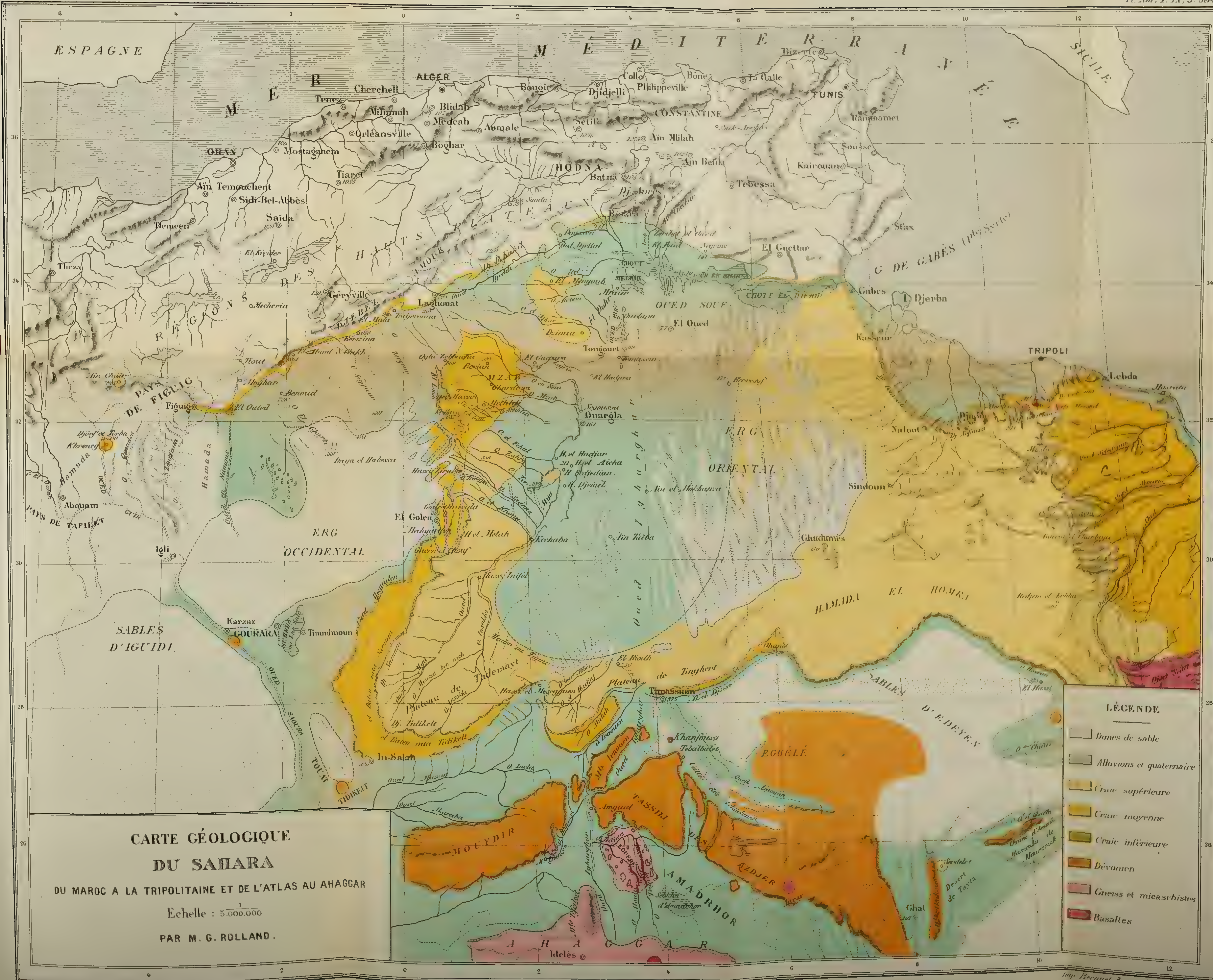
Les *hamada* ou plateaux rocheux, sans terre végétale, sans eau, s'étendant sur des espaces immenses, représentent le vrai désert. Les plus stériles et les plus désolées sont les hamada crétacées en calcaires durs, polis par les sables, souvent tout à fait nus. Elles semblent horizontales à l'œil, et il s'en faut de peu qu'elles ne soient parallèles à la stratification. De fait, les couches sont inclinées, mais très faiblement : elles figurent en grand de larges ondulations, et en détail une série de bossellements sans loi apparente.

Par place, les plateaux crétacés sont entaillés par des *oued* ou val-

---

(1) Note présentée le 21 mars 1881, parvenue en retard au secrétariat.

(2) Sauf pour l'Atlas et le Sahara orano-marocains, qui ont été figurés sommairement d'après les cartes préexistantes, cette carte a été confectionnée par le report direct et l'agencement convenable d'une série d'itinéraires et de documents, dont certains forts récents : Itinéraires Barth et Overweg, Duveyrier, Rholfs, Nachtigal, Galiffet, Choisy, Flatters (1re et 2^{e} mission).


LÉGENDE
Dunes de sable
Alluvions et quaternaire
Craie supérieure
Craie moyenne
Craie inférieure
Dévonien
Gneiss et micaschistes
Basaltes
MER MÉDITERRANÉE
ESPAGNE
SICILE
ALGER
ORAN
CONSTANTINE
TUNIS
TRIPOLI
G. DE GABÈS (Pte Syrte)
HAUTS PLATEAUX
RÉGIONS DES
DJEBEL AMOUR
PAYS DE FIGUIG
PAYS DE TAFILELT
HODNA
MZAB
OUED SOUF
ERG OCCIDENTAL
ERG ORIENTAL
SABLES D'IGUIDI
GOURARA
Oued Igharghar
HAMADA EL HOMRA
Plateau de Tademayt
Plateau de Tinghert
SABLES D'EDEYEN
In-Salah
TIDIKELT
MOUYDIR
TASSILI DES AZDJER
EGUÉLÉ
AMADRHOR
AHAGGAR
Idelès
Ghat
Ouargla
El Goléa
Laghouat
Biskra
Touggourt
Ghadamès

CARTE GÉOLOGIQUE
DU SAHARA

DU MAROC A LA TRIPOLITAINE ET DE L'ATLAS AU AHAGGAR

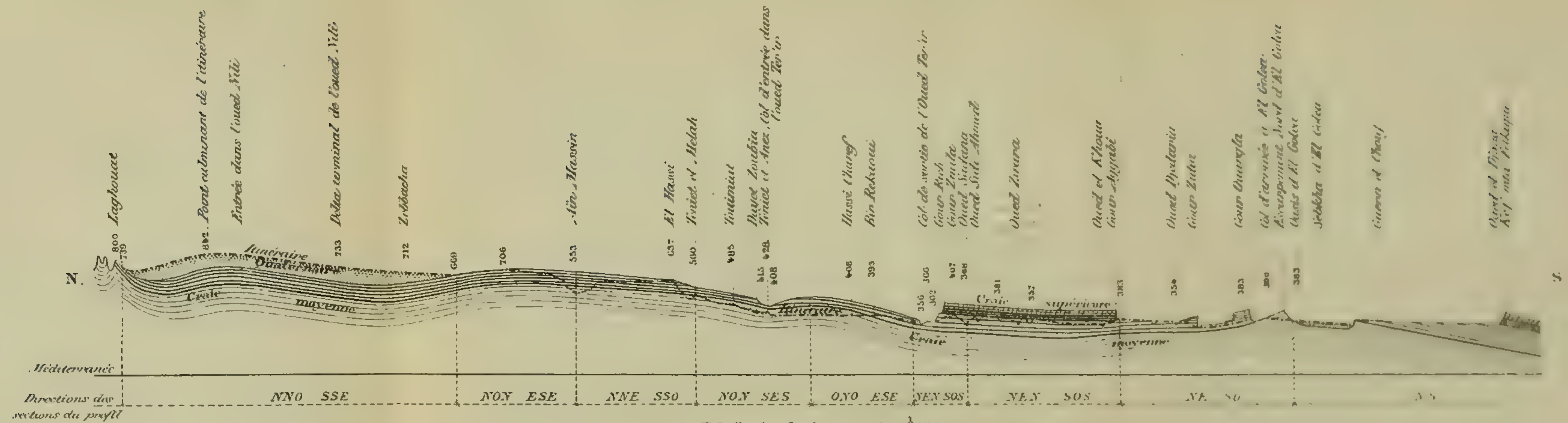
Echelle : $\frac{1}{5.000.000}$

PAR M. G. ROLLAND.

Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée 4

Imp. Becquet 37 rue des Noyers Paris

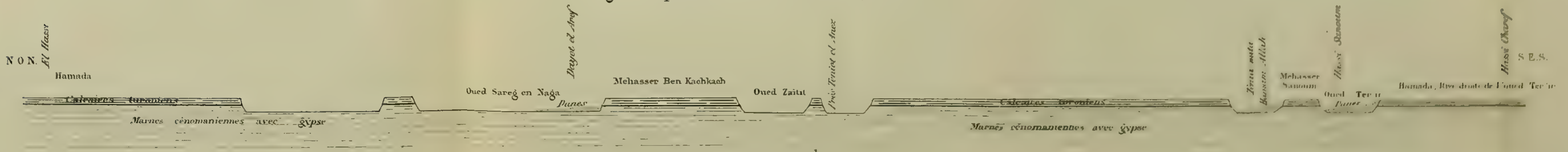
Fig. 1 _ Coupe géologique par parties brisées de Laghouat à El Golea.


N.
Laghouat
Point culminant de l'itinéraire
Entrée dans l'oued Nili
Delta terminal de l'oued Nili
Zebbacha
Aïn Massin
El Hassi
Tiniet el Melah
Tinimiut
Dayet Zoubia
Tiniet el Anez, Col d'entrée dans l'oued Ten'ir
Hassi Charef
Bir Rekmoui
Col de sortie de l'Oued Ten'ir
Gour Rich
Gour Zmila
Oued Sadana
Oued Sidi Ahmed
Oued Zirara
Oued el Khoua
Gour Aggabi
Oued Djedaria
Gour Zalia
Gour Ouargla
Col d'arrivée à El Golea
Escarpement Nord d'El Golea
Oasis d'El Golea
Sebkha d'El Golea
Gueren el Chouf
Oued el Djoua
Kef mta Felkoum
800
739
842
733
712
669
706
553
637
500
485
415
428
408
408
393
356
366
362
407
388
381
357
383
358
383
380
383
S.
Itinéraire
Quaternaire
Craie
moyenne
Craie
supérieure
Craie
moyenne
Méditerranée
Directions des sections du profil
NNO SSE
NON ESE
NNE SSO
NON SES
ONO ESE
NEN SOS
NEN SOS
NE SO
N S

Echelle des longueurs – $\frac{1}{2.000.000}$

Echelle des hauteurs – $\frac{1}{400.000}$

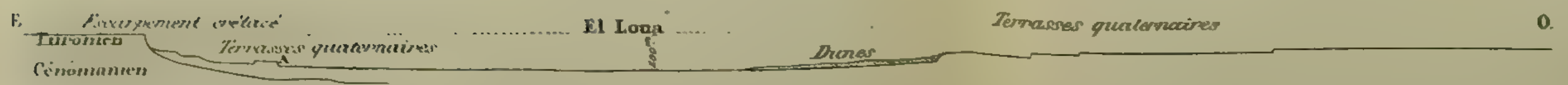
Fig. 3 _ Coupe d'El Hassi à Hassi Charef. (55 Kilomes)


N O N.
El Hassi
Hamada
Calcaires turoniens
Marnes cénomaniennes avec gypse
Dayet el Aref
Oued Sareg en Naga
Dunes
Mehasser Ben Kachkach
Oued Zaitit
Près Tiniet el Anez
Calcaires turoniens
Marnes cénomaniennes avec gypse
Tiniet mta Hassi Allah
Mehasser Sanoum
Hassi Sanoum
Oued Ten'ir
Dunes
Hamada, Rive droite de l'oued Ten'ir
Hassi Charef
S.E.S.

Echelle des bases – $\frac{1}{160.000}$

Echelle des hauteurs – $\frac{1}{40.000}$

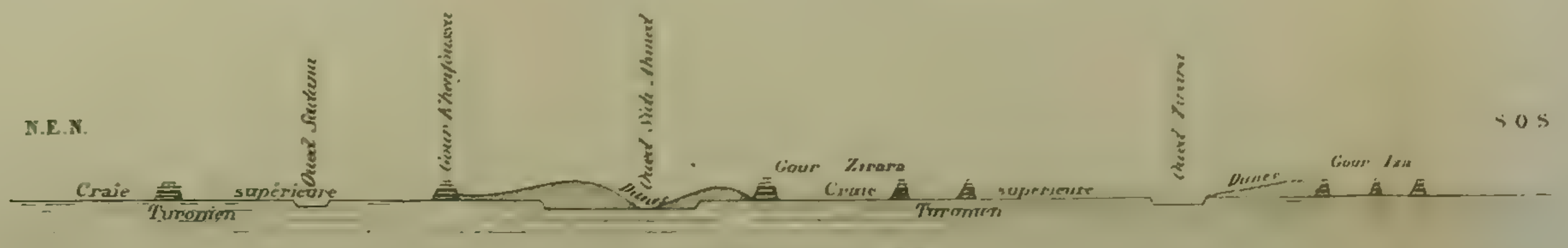
Fig. 2 _ Coupe générale de l'El Loua.


E.
Escarpement crétacé
Turonien
Cénomanien
Terrasses quaternaires
El Loua
Dunes
Terrasses quaternaires
O.

Echelle des bases = $\frac{1}{160\,000}$

Echelle des hauteurs = $\frac{1}{40\,000}$

Fig. 4 _ Coupe transversale des vallées Oued Sadana, Oued Sidi Ahmed et Oued Zirara. (30 Kilomes)


N.E.N.
Oued Sadana
Gour Khenfoussa
Oued Sidi Ahmed
Craie supérieure
Turonien
Dunes
Gour Zirara
Craie supérieure
Turonien
Oued Zirara
Dunes
Gour Iza
S O S

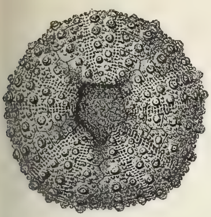
Echelle des bases – $\frac{1}{160\,000}$

Echelle des hauteurs – $\frac{1}{40\,000}$

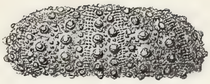
Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Épée 4.

Imp. Monrocq, Paris.

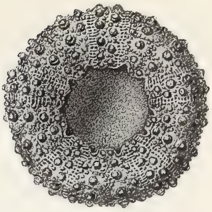
8



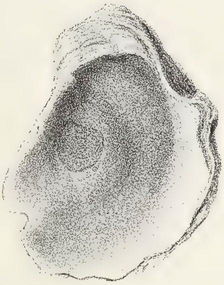
7



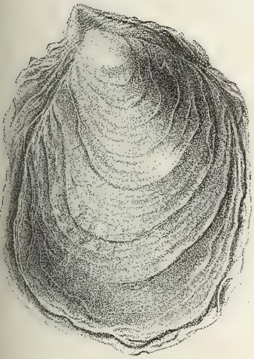
9



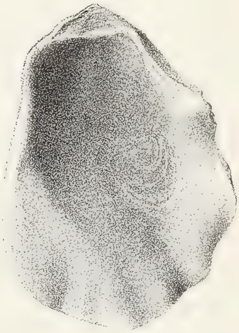
3



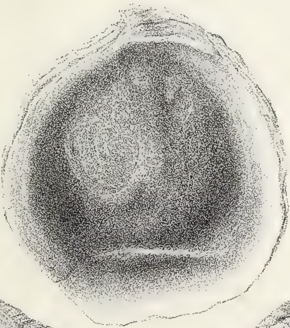
1



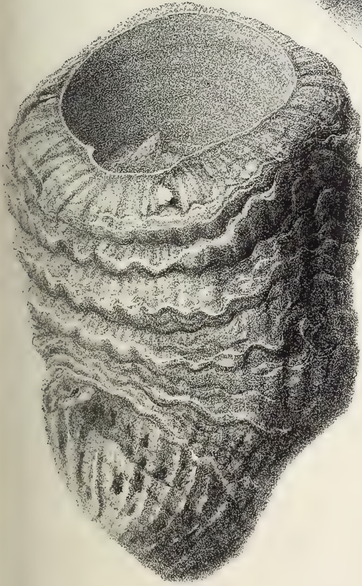
2



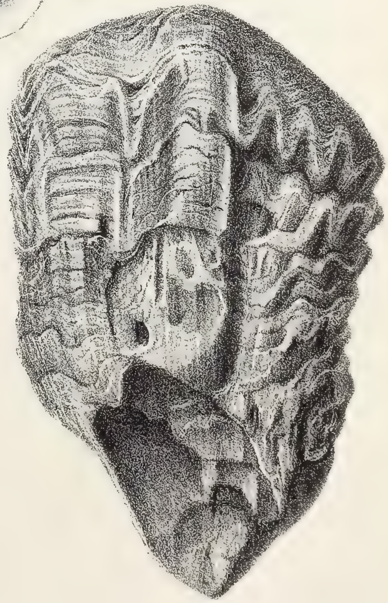
4



5



6



1 _ 4 Ostrea Rollandi Coquand
5 _ 6 Sphœrulites Lefebvrei, Bayle
7 _ 9 Cyphosoma Choisyi, Cotteau

IMP. BECQUET PARIS

[illegible]

lées (1), souvent profondes ; celles-ci peuvent s'entrecroiser et former des réseaux enchevêtrés : elles donnent lieu alors à des régions désignées sous le nom caractéristique de *chebka*, filet ; au milieu des vallées, se dressent çà et là des *mehasser*, ou témoins à tête plate de la formation encaissante, et, sur le plateau, des *gour* (singulier *gara*), ou témoins, également à tête plate, de l'étage superposé et dénudé. Enfin les hamada crétacées se terminent par de grandes lignes de falaises, au profil accentué, couronnées par des *Kef* ou rochers abrupts, souvent assez importants pour recevoir le nom de *Djebel*, ou chaîne de montagne.

Aucun terrain postérieur au Crétacé n'apparaît jusqu'au Quaternaire dans le Sahara septentrional, sauf à l'est, dans le désert libyque, où l'on trouve du Tertiaire. Les parties basses des reliefs crétacés sont garnies d'atterrissements, qui occupent des étendues comparables et atteignent des puissances inusités. Ces dépôts ont été eux-mêmes l'objet d'érosions profondes, ayant donné lieu à des *oued*, à des *gour*, etc. Une croûte concrétionnée, calcaire et parfois gypseuse, recouvre fréquemment le Quaternaire et le Crétacé, et constitue une autre catégorie, des hamada rocailleuses. L'affleurement de nappes aquifères dans certaines dépressions donne lieu aux *sebkha* (bas-fonds salés) et aux *chotts* (étangs salés).

Quant aux dunes de sables (*Erg*, sable, pluriel *Areg*), dont j'entretiendrai prochainement la Société, elles ne sont qu'en sous-ordre au Sahara, dans la zone septentrionale duquel elles forment cependant des accumulations considérables.

Je diviserai la présente communication en deux parties : dans la première, je rendrai compte de mes observations sur la Craie du Sahara algérien ; dans la seconde, je donnerai un aperçu général sur son extension dans le Sahara septentrional.

PREMIÈRE PARTIE

SAHARA ALGÉRIEN

J'ai constaté que le terrain crétacé qui forme au nord du Sahara algérien un plateau unique, se prolonge jusque au delà d'El Golea, et constitue dans le sud deux plateaux étagés, appartenant à deux étages géologiques distincts. Il occupe, ainsi qu'on le voit sur la carte (planche XIII), une bande nord-sud, large d'un degré et demi en longitude : relief rocheux, séparant, ainsi que l'a exposé M. Pomel (1), les deux grands bassins quaternaires de l'Oued Rir' et du Chott Melrir, à l'est, et de l'Oued Guir ou Oued Saoura, à l'ouest.

---

(1) *Oued*, cours d'eau, vallée avec ou sans thalweg ; par extension, toute dépression allongée offrant quelque végétation et quelque humidité.

Je décrirai d'abord le plateau du nord, puis les deux plateaux du sud. Auparavant, je donnerai quelques indications sommaires sur la lisière méridionale de l'Atlas, dont j'ai tracé sur ma carte le contour géologique.

I. — LA LISIÈRE MÉRIDIONALE DE L'ATLAS.

Le terrain crétacé apparaît tout le long de la lisière méridionale de l'Atlas, de Gabès à Figuig et au delà.

J'ai adopté les définitions et les limites des étages de la Craie du sud de l'Atlas, telles qu'elles ont été récemment fixées par MM. Cotteau, Péron et Gauthier dans leur grand ouvrage sur les *Échinides fossiles de l'Algérie.* Le Cénomanien est formé, sur 500 mètres de puissance, par des alternances de marnes et de calcaires, présentant à leur partie supérieure une série remarquable de couches interstratifiées de gypse compact ou d'albâtre gypseux. Le Turonien, se compose essentiellement d'un massif continu de calcaires, en bancs épais et résistants ; je lui ai trouvé 100 mètres dans le Sahara algérien. L'étage sénonien offre des alternances de séries calcaires et marneuses, et peut atteindre 400 mètres.

§ **1. Laghouat-Figuig.** — C'est dans les provinces d'Alger et d'Oran, qu'apparaît le plus nettement la division de l'Atlas en trois zones parallèles : la région montagneuse du nord le long de la Méditerranée, les hauts plateaux avec leurs chotts, la région montagneuse du sud le long du Sahara.

Celle-ci, d'une importance relativement moindre, se décompose en chaînes et groupes de chaînes distincts, parallèles et dirigés à peu près de l'E. 30° N. à l'O. 30° S. Elle porte sur une grande partie de sa longueur le nom de Djebel Amour.

« Tout ce massif montagneux, disent MM. Cotteau, Péron et Gau-
» thier, se compose d'une série de crêtes parallèles entre elles et de
» cirques plus ou moins allongés dans le même sens. Toutes les cou-
» pes prises perpendiculairement à ces lignes de crêtes reproduisent
» très sensiblement la même succession de couches avec les mêmes

---

(1) A. Pomel, *Le Sahara,* 1872.

» accidents et une composition à peu près identique. Les couches » les plus anciennes appartiennent tantôt au Jurassique supérieur, » tantôt seulement au Néocomien. Au-dessus se succèdent, en série » continue, les étages urgo-aptien et albien, représentés surtout » par des masses énormes de grès, puis l'étage cénomanien caractérisé par ses marnes vertes fossilifères et ses bancs de gypse stratifié, et enfin l'étage turonien constitué par des calcaires durs et » des dolomies qui couronnent les sommets et forment les crêtes » les plus saillantes. Au centre de la chaîne et parallèlement à sa » direction, on remarque une grande ligne de rupture anticlinale » sur laquelle sont échelonnés des pointements de sel gemme, autour desquels les couches sont fortement redressées. A partir de » cette ligne, sur le versant sud, les couches plongent uniformément » vers le sud en s'abaissant graduellement, et bientôt elles sont en » grande partie masquées par les assises horizontales du terrain saharien, de telle sorte que, vers les limites du Sahara, il n'y a plus » que quelques longues crêtes rocheuses qui font saillie et restent » seules visibles. »

Rien de frappant comme les dernières rides du Djebel Amour, se dressant rectilignes et parfois presque verticales en face de l'immensité du Sahara, émergeant brusquement du manteau d'atterrissement, lequel a tout nivelé et s'étend au loin vers le sud jusqu'aux limites de l'horizon. Tel est le Djebel-Tizigrarine ou Rocher des Chiens, sur lequel est bâtie la ville de Laghouat, crête isolée, tranchante et ébréchée, constituée par des bancs calcaires, qui plongent d'environ 45° vers le sud-est.

Laghouat, ville, oasis et environs avaient déjà été visités par plusieurs géologues, MM. Marès, Ville, Durand, Le Mesle. M. Ville (1) a décrit le Rocher des Chiens et son prolongement oriental, le Djebel Seridja ; au nord, il a dit comment la chaîne, qui va du Kefel Kheneg au Ras el Aïoun, où une coupure donne passage à l'Oued M'zi, se continue autour du Dakla de Laghouat et se relève souterrainement au Djebel Oum el Deloua, de manière à figurer une cuvette étranglée. Plus au nord, il a parlé longuement du Dakla el Milok, cette colline si typique, elliptique et cratériforme. Le même auteur a signalé les bancs de gypse qui affleurent sur les flancs des escarpements.

Les marnes verdâtres, les calcaires et les gypses de la base appartiennent au Cénomanien. Les calcaires blancs et dolomitiques du sommet sont turoniens. A la partie inférieure des calcaires turoniens, M. Le Mesle a découvert un niveau important d'*Ammonites*, parmi lesquelles plusieurs types des calcaires à Ammonites de la Touraine; le même niveau se retrouve dans toute la région, au Dakla de Laghouat, au Rocher des Chiens, etc. Sur ce dernier rocher, M. Durand a recueilli de nombreux oursins, la plupart petits et ferrugineux, et, en outre, deux Rudistes, des Bivalves, des Ptérocères, etc.

---

(1) G. Ville. Exploration géologique du Mzab, du Sahara, et de la région des steppes de la province d'Alger.

La lisière méridionale du Djebel Amour se poursuit vers le sud-ouest avec des caractères identiques. On peut, sans connaître le pays, sans guide et sans boussole, aller de Laghouat (795^m), à Tadjérouna (870^m), El Maïa (945^m), Berizina (830^m), El Abiod Sidi Cheikh (861^m), El Outed, Figuig. Le chemin est tout tracé. Une série de crêtes marquent, avec une régularité géométrique, l'entrée du désert, et se succèdent, plus ou moins dans le prolongement les unes des autres, comme les pans d'une muraille démantelée.

La Craie moyenne domine au bord même de la montagne. A El Maïa, M. Pomel a signalé des Rudistes empâtés dans les calcaires.

Plus à l'ouest, il semble cependant que les dernières crêtes soient constitués, au moins sur une partie de leur longueur, non plus par le Turonien, mais par le Sénonien. Sur la crête terminale, à Delaa Mercied, à 30 kilom. d'El Maïa, M. Durand a recueilli l'*Otostoma Fourneli*, qu'il a retrouvé sur le prolongement occidental de la même crête, à 6 kilom. avant El Abiod Sidi Cheikh. Il y a ensuite une interruption, vis-à-vis d'El Abiod Sidi Cheikh, et la Craie inférieure apparaît au fond du rentrant de la lisière montagneuse.

Au delà, les faits sont moins connus, mais semblent analogues jusqu'à Figuig. A El Outed, M. Pouyanne a trouvé le Cénomanien caractérisé par une grande abondance de *Rhabdocidaris Pouyannei;* il indique en ce point un peu de Néocomien. Au Chebket el Beïda, M. Pomel signale le *Ceratites Maresi*, l'*Heterodiadema libycum* et le *Rhabdocidaris Pouyannei*. Ce dernier fossile a été découvert auprès de Moghar Tatania par M. Dastugue, en compagnie de l'*Heterodiadema lybicum.*

§ 2. **Laghouat-Biskra.** — La lisière méridionale de l'Atlas, qui à l'ouest de Laghouat est théoriquement rectiligne et dirigée vers l'O-30°-S, se poursuit de même à l'est après un ressaut à l'extrémité du Djebel Bou Kahil. Cette chaîne est juxtaposée au flanc oriental du Djebel Amour; elle lui est parallèle et procède du même système de plissements. Elle comprend la série presque complète des couches crétacées et même du Nummulitique; les crêtes sont en calcaires turoniens. Mais ici la limite géologique entre ces formations et le quaternaire du Sahara ne semble plus tracé par le pied du rideau montagneux, et forme une avancée dont M. Tissot a bien voulu me communiquer les limites.

A partir du Djebel Bou Kahil, la lisière de l'Atlas fait un coude vers l'est. La division de l'Atlas en trois zones perd sa netteté dans la province de Constantine : le bassin du Hodna communique largement avec la plaine d'El Outaya au sud, et il y a interruption des chaînes montagneuses séparant les hauts plateaux et le Sahara proprement dit ; de l'autre côté de cette trouée se trouve le grand massif de l'Aurès, relativement complexe mais où la même direction E.-30°-N. O.-30°-S. préside à l'alignement et au groupement des chaînes. La plaine d'El Outaya n'est séparée du Sahara que par un petit relief rocheux dirigé vers l'est, puis vers E. 30° N., et terminé au-dessus de Biskra par le Djebel Bourzel. Le première partie de cette chaîne offre les assises de la Craie supérieure, la seconde celles de la Craie moyenne.

Le Djebel Bourzel a été décrit par MM. Coquand, Ville, Péron et d'autres géologues. Les couches redressées qui forment cette arête, plongent d'environ 45° vers le nord. Sur le versant sud affleurent, à la base, les couches appartenant au Cénomanien supérieur, au sommet, les calcaires turoniens avec Rudistes, qui se voient au col de Sfa. Le versant nord offre une série d'assises turoniennes, s'enfonçant sous les alluvions d'El Outaya. Du côté du Sahara, à Biskra même (123^{m}), de petites crêtes turoniennes émergent de l'atterrissement.

§ **3. Biskra-Gabès.** — Au nord-est de Biskra se trouve une formation d'eau douce, marnes gypseuses à la base, grès et poudingues au sommet, à laquelle M. Ville a, par des analogies minéralogiques, attribué l'âge pliocène. Je ne l'ai pas distinguée sur ma carte d'ensemble, et l'ai confondue avec les terrains quaternaires du Sahara, également d'eau douce, dont elle ouvre la série complexe. Mais je la signale ici comme donnant lieu, entre la montagne et la plaine, en alluvions modernes, à des reliefs surbaissés.

Poursuivant à l'est de Biskra, nous voyons que le Djebel Amar Khaddou et, plus loin, le Djebel Chechar ont encore la direction E. 30° N., mais que la région montagneuse qui en dépend, se termine au sud par une ligne à peu près est-ouest, en amont du Chott Melrhir. Les derniers contreforts semblent appartenir à la Craie supérieure ; M. Ville y a recueilli quelques fossiles, entre autres, l'*Inoceramus regularis*. M. Coquand, venant de Tebessa, est entré dans le Sahara par Djelaïl, sur le versant oriental du Djebel Chechar ; il signale à cette localité les calcaires à Inocérames, les marnes dordoniennes, et, pardessus, les terrains tertiaires ; de même dans la vallée de Mamelour.

Ce sont la Craie supérieure et les terrains tertiaires qui dominent dans l'Aurès, le Doukkan, le Nemenchas ; la Craie moyenne n'apparaît que plus au nord et affleure suivant une zone passant par Batna, Krenchela, Tebessa.

A partir du Djebel Chechar, la lisière méridionale de l'Atlas se dirige vers le sud-est le long de la partie orientale du Chott Melrir et le long du Chott Rharsa. Le récent rapport de M. Roudaire sur les Chotts tunisiens (1878-1879), fait connaître la configuration de leurs bords. Les renseignements géologiques ont été coordonnés par M. Dru. Au nord, la rive du Chott Djerid et de son prolongement oriental le Chott El Fejej est dessinée par une bordure rocheuse qui va, de l'ouest à l'est, depuis le seuil de Kriz, entre le Rharsa et le Djerid, jusqu'au seuil de Gabès, entre l'El Fejej et la mer ; de même, au sud, une chaîne rocheuse, le Djebel Tabaga, longe de l'est à l'ouest le Chott El Fejej depuis Gabès jusqu'au promontoire qui s'avance entre ce Chott et le Djerid. Ces reliefs sont constitués par des couches crétacées ; quelques lambeaux de terrains tertiaires se rencontrent également le long du rivage septentrional.

De nombreux fossiles ont été recueillis par la mission Roudaire : « Leur réunion, dit M. Dru, permet de recomposer l'ensemble du système crétacé qui entoure les Chotts et dont les affleurements sont à peu près en relation avec les mouvements du sol, c'est-à-dire que dans la partie centrale de la rive nord du massif, où les altitudes dépassent 250 à 300 mètres, apparaissent les couches les plus anciennes, les niveaux de l'étage cénomanien et peut-être de l'urgo-aptien, tandis que sur les points extrêmes, on a des couches plus élevées dans la série géologique. Le soulèvement qui a donné naissance à l'immense brisure, dans laquelle se sont formées ces grandes sebklas, et qui, dans sa disposition orographique, affecte, comme le pays de Bray, la forme d'une boutonnière, a atteint son maximum d'expansion entre le Djebel Kebiriti et le Djebel Aïdoudi. »

M. Pomel avait déjà constaté, en 1877, que le terrain crétacé encadrait et modelait le seuil de Gabès, mais que celui-ci était en réalité formé par un dépôt d'atterrissement quaternaire. Le seuil même (cote minima 47^{m}, 37) « constitue, dit M. Pomel, une colline dirigée N.-S, qui reproduit très probablement un relief souterrain du terrain crétacé, allant du Djebel Dissa au Djebel Mida. » Ce géologue écarte aussi bien l'idée de la Méditerranée pénétrant à l'époque quaternaire dans la région des Chotts, que celle d'un cours d'eau servant d'exutoire au bassin des Chotts, qui était alors certainement fermé.

II. — LE PLATEAU DU NORD DU SAHARA ALGÉRIEN.

Au sud de Laghouat s'étend la région quaternaire des *daya* (dépression fermée et humide) détroit d'une centaine de kilomètres de largeur, faisant communiquer les bassins quaternaires de l'Oued Rir' à l'est, et de l'Oued Guir à l'ouest. Cette région offre une chaîne surbaissée, sensiblement parallèle à l'Atlas, qui limite au sud le bassin de l'Oued Djeddi, et dont le Ras Cha'ab (850^{m}) est le point culminant. Elle forme un seuil qu'il faut franchir, quand on quitte Laghouat pour le Sud. Le seuil quaternaire de la surface correspond sans doute à un relief souterrain du terrain crétacé (Fig. I, Planche XIV).

§ 1. — **La Hamada entre le Mzab et l'El Loua.** — Les couches crétacées qui, le long de la lisière méridionale de l'Atlas, plongent au sud sous les atterrissements, se relèvent en profondeur, et émergent de nouveau dans le désert avec des pentes extrêmement douces. Elles constituent, au milieu du Sahara algérien, un plateau plongeant dans son ensemble à l'E. 30° S., et s'enfonçant sous le bassin quaternaire de l'Oued Rir. La partie orientale de ce plateau est entaillée par les vallées du Mzab, de Methlili, etc., se rendant à l'Oued Mya. Vers l'ouest, il se relève d'une manière continue et se termine brusquement à la grande falaise d'El Loua. Entre la tête de ces vallées, d'une part, et cette falaise limite, d'autre part, il forme une bande continue et plane, sur laquelle nous avons cheminé pendant une centaine de kilomètres, du nord au sud, jusqu'à El Hassi. (*Hassi*, puits).

Le passage de la région quaternaire des daya à la *hamada* crétacée se fait insensiblement. Il n'est nullement indiqué par le relief. Il est masqué par les calcaires concrétionnés, qui encroûtent l'un et l'autre terrain et dont l'énorme développement est un fait général à la surface du Sahara algérien, particulièrement dans le nord. Peu à peu, cependant, au milieu des rocailles, on aperçoit des îlots, de plus en plus fréquents, des calcaires blanchâtres, dolomitiques, saccharoïdes, très durs, constituant désormais le plateau et recouverts par une carapace peu épaisse. Ceux-ci sont crétacés et rappellent tout à fait les calcaires turoniens des crêtes de Laghouat.

La hamada offre une grande uniformité. Elle est plane, sauf quelques reliefs très surbaissés, résultant de l'inégale dénudation des couches. Vers l'est, dans un certain rayon autour des têtes de vallée, la surface ravine peu à peu, et montre à nu les calcaires crétacés. On peut juger là, ainsi qu'en aval, sur les flancs des vallées, du fendillement des couches. Celles-ci sont parsemées de géodes de calcite et traversées en tous sens par un réseau de veinules remplies de calcaires concrétionnés, brun et rouge, les mêmes qui recouvrent le plateau de leurs croûtes. Ces dépôts se voient également sur les pentes et dans le fond des vallées, où ils empâtent des débris de calcaires et parfois des silex de la craie, donnant lieu à des brèches et à des conglomérats de toutes sortes.

§ 2. — **La Chebka du Mzab et de Methlili.** — La Chebka du Mzab et de Methlili a été décrite par M. Ville. Notre itinéraire y pénètre à Aïn Massin, mais en sort aussitôt. Le plateau crétacé est entaillé de ce côté par une série de vallées plus ou moins parallèles, dont la pente est dirigée en moyenne vers l'E. 30° S., comme les couches géologiques et comme le plateau lui-même ; les mêmes vallées se poursuivent dans les atterrissements jusqu'à la grande gouttière de l'Oued Mya et des bas-fonds d'Ouargla et de Negousa. Telles sont, du nord au sud, l'Oued en Nça, l'Oued Mzab, au fond desquelles sont situées les oasis du Mzab, Berrian, Ghardaïa, Melika, Beni Isguen, Bou Noura, El Ateuf, puis l'Oued Methlili, avec le village de ce nom, au Chaamba Berazga ; ensuite l'Oued Mask, où se trouvent les sources d'Aïn Massin ; l'Oued Goullaban, l'Oued el Gaa. L'oasis de Guerara, qui appartient également au Mzab, fait exception et occupe une dépression dans le Quaternaire.

L'itinéraire de M. Ville va de Ouargla par Guerara, Methlili, Berrian à Laghouat. La Chebka se prolonge plus loin vers le nord-est que ne l'indique la carte géologique de cet auteur. La limite du Crétacé et du Quaternaire dans cette région m'a été communiqué par M. Durand, qui a fait la route directe de Laghouat à Guerara.

Auprès de Guerara, M. Durand a constaté que le plongement des couches crétacées sous le bassin quaternaire devenait appréciable à l'œil. J'ai dit que ce plongement était généralement imperceptible : ainsi d'Aïn Massin à Methlili, situé à 40 kilom. au nord-est, il n'est que de 0,2 °/₀ en moyenne.

La hauteur, assez variable, des vallées du Mzab n'atteint pas 100 m. Leur largeur est parfois de plusieurs kilomètres. Les formations encaissantes comprennent des calcaires, et, au-dessous, des marnes. Les calcaires, généralement dolomitiques, constituent le plateau et le haut des berges ; ils renferment des bancs ou amas de gypse interstratifiés. Les bancs de gypse se font surtout remarquer dans les marnes sous-jacentes, où se trouvent, de plus, des calcaires, calcaires marneux et grès subordonnés; ces marnes apparaissent au bas des berges, et la plupart des puits creusés au fond des vallées, y pénètrent.

Dans le centre même du Mzab, la partie apparente des berges est entièrement calcaire. Mais en remontant les vallées vers l'ouest, on voit les marnes sur une hauteur croissante. En effet, la pente des thalweg se trouve inférieure au plongement des couches : de telle sorte que la profondeur des vallées devrait augmenter vers l'amont, si l'épaisseur des calcaires ne diminuait pas notablement, par suite de la dénudation, dans cette direction, en approchant de la limite du plateau. Du moins, les vallées restent profondes et abruptes jusqu'à leur origine, où elles offrent des ravins à pic.

L'Oued Mask, près de sa tête, a des berges de 80 mètres, dont une corniche calcaire de 20 mètres, couronnant un talus marneux de 60 mètres. La corniche est formée de gros bancs, de 1 à 5 mètres, raides et terminés par des pans verticaux. La vallée et ses ramifications découpent à angle droit le plateau horizontal : celui-ci se poursuit de niveau jusqu'au bout des promontoires effilés qui séparent les découpures, tels que le cap de Sidi Menad. Entre les berges opposées se dressent des *mehasser*, dont les plates formes supérieures sont sur le même plan que le plateau environnant. On dirait des vallées de fracture ou d'écartement, c'est-à-dire des cassures ouvertes, dont les *mehasser* seraient les esquilles.

Cependant la largeur des vallées de Chebka, qui parfois deviennent de vastes plaines, montre qu'il n'y a pas eu ouverture, mais excavation. Leur creusement est dû à l'érosion par les eaux, mais leurs traits fondamentaux ont été dessinés par des cassures : ainsi s'explique la disposition coudée et en zig-zag des vallées sur le plateau crétacé, faisant contraste avec la disposition serpentante des mêmes vallées en aval, sur l'atterrissement, là où elles sont dues uniquement à des actions érosives.

En effet, les couches présentent un système réticulé de fissures, que j'ai pu observer avec une netteté extrême, à la surface nue et polie des hamada crétacées du sud du Sahara algérien. C'est à elles qu'est dû l'état fragmentaire et ruiné des corniches qui couronnent les berges des vallées; l'inspection de ces corniches montre que les fissures considérées sont généralement verticales ou perpendiculaires à la stratification. En outre, il existe de grandes fentes dans les calcaires de la Chebka. M. Ville signale à Berrian, à Bou Noura et à Methlili, « l'existence d'un bruit souterrain qui est tout à fait comparable au bruit d'un torrent roulant sur des rochers. Les Mzabites l'attribuent à un cours d'eau qui coulerait à travers des cavernes de calcaire dolomitique. »

Les bancs se correspondent régulièrement d'une berge à l'autre des vallées. Nulle part, à ma connaissance, on n'observe de faille. Les cassures qui cisaillent ainsi les couches crétacées du Sahara, sont des fissures par brisement sans rejet, des diaclases, ainsi que les a appelées M. Daubrée. Ce sont ces diaclases qui ont esquissé les vallées de Chebka. Elles ont guidé les eaux, donné lieu aux premières rigoles, et déterminé les lignes d'érosion. Puis les eaux étant drainées par les canaux déjà tracés, il y a eu excavation, approfondissement et élargissement graduels. Il y a eu en même temps éboulement sur les bords, les blocs se détachant suivant les fissures des couches : d'où les profils accentués des escarpements et les angles vifs des corniches.

Les fossiles sont rares au Mzab, et rarement déterminables spécifiquement. Cependant M. Thomas en a recueilli dans un calcaire marneux jaune, qui devait appartenir à l'étage marneux inférieur, et parmi eux, M. Péron a pu reconnaître un bon nombre d'espèces cénomaniennes. M. Durand a également trouvé, au-dessous des masses dolomitiques supérieures, l'*Ostrea Mermeti* si abondante dans le Cénomanien au Djebel Bou Kahil. Les calcaires dolomitiques du plateau ont aussi fourni à M. Durand des fossiles, la plupart assez frustes, parmi lesquels des Rudistes et un *Cyphosoma*, recueillis entre Tilremt et Berrian, dans l'Oued Settafa.

D'après ces quelques indications paléontologiques, les calcaires dolomitiques du Mzab sont turoniens, et les marnes gypseuses sous-jacentes sont cénomaniennes : c'est ce que devait faire supposer leur identité minéralogique avec le Turonien et le Cénomanien de l'Atlas, et c'est ce que démontre leur équivalence stratigraphique avec le Turonien, également calcaire, et, le Cénomanien, également marno-gypseux, de la région d'El Golea.

§ 3. — **La falaise d'El Loua**. — La falaise d'El Loua dessine la ligne de relief le plus important du Sahara algérien. Elle est nord-sud, et se trouve à peu près sur le méridien de Laghouat. Sa longueur est de 75 kilom. environ. Sa hauteur est d'au moins 200 mètres près d'Aïn Massin, au point où a été prise la coupe générale donnée par la fig 2 de la planche.

D'une part, la falaise d'El Loua limite à l'ouest le plateau crétacé, qui se relève d'une manière continue jusqu'à la crête de l'escarpement, laquelle trace rigoureusement la ligne de faîte à partir de laquelle les eaux coulent vers le sud-est et vont à l'Oued Mya ;

de l'autre, elle borne une immense plaine d'atterrissement, qui s'élève vers l'est en pente douce jusqu'au pied de l'Atlas oranais et dépend du bassin quaternaire de l'Oued Guir : c'est un ressaut entre deux plans étagés et parallèles, l'un quaternaire, l'autre crétacé.

Précipice, quand on vient de l'est, muraille à pic, quand on vient de l'ouest, l'escarpement ne peut être descendu ou monté que par les ravins abrupts et encaissés qui l'échancrent.

Cette falaise est due aux érosions quaternaires. Il en est résulté une ligne saillante qui a guidé le cours des eaux postérieures, et donné lieu, la pente étant suffisante, à une érosion longitudinale : c'est la gouttière de l'Oued Loua.

La falaise et la gouttière d'El Loua prennent naissance à une demi-journée environ au sud-ouest de Zebbacha, en même temps que le plateau crétacé émerge de l'atterrissement. La hauteur totale est d'une centaine de mètres aux ravins du Chaïb Rassou, où M. Pomel l'a franchi. Elle est de 200 à 250^{m} près d'Ain Massin, où se trouve la principale échancrure par laquelle nous sommes descendus pour nous rendre dans le bas-fonds. L'El Loua continue jusque vers le parallèle d'El Hassi, où cesse le plateau continu qui sépare les atterrissements du Sahara oranais, à l'ouest, et la Chebka du Mzab, à l'est.

L'examen des altitudes montre que les couches crétacées figurent dans le nord du Sahara algérien un bombement, en vertu duquel elles plongent vers le nord-ouest, sous le quaternaire, de manière à se relier souterrainement aux mêmes couches qui plongent en sens inverse à la lisière méridionale de l'Atlas. La falaise d'El Loua figure la coupe oblique de ce bombement, dont le versant oriental est seul visible, ou à peu près. Le long de l'El Loua, il y a interruption des couches crétacées, qui vers l'ouest sont dénudées ou cachées par l'atterrissement.

La falaise considérée est semblable aux berges de l'Oued Mask près d'Aïn Massin : corniche calcaire de 20^{m} et talus marno-gypseux de 60^{m}. Sur la base de ce talus s'étalent des terrains de transport, avec galets roulés dont la grosseur peut dépasser un mètre cube. Quant à la gouttière même de l'Oued Loua, elle est creusée dans ces alluvions, et serpente entre deux grandes terrasses étagées. Nous nous sommes rendus au bord de la seconde terrasse, au point A. (voir la fig. 2, planche XIV). A nos pieds s'étendait vers l'Ouest une plaine limoneuse, descendant en pente douce vers le thalweg, assez vague, de l'oued. En face, nous apercevions les terrasses opposées de la rive droite, et l'embouchure de l'Oued Mehaiguen; au sud-ouest, les Areg Ben el Adjal attiraient le regard. Derrière nous, dissymétrie complète : la falaise se dressait avec son profil accusé et ses flancs dentelés, semblant gigantesque à nos yeux habitués aux horizons du Sahara.

L'Oued Loua est en pente continue vers le sud et aboutit à la dépression fermée de Day et Tarfa.

§ 4. — **La Chebka au sud d'El Hassi.** — Les vallées précédentes du Mzab, de Methlili, etc., ne s'arrêtent pas loin de la falaise d'El Loua. Les suivantes, Oued Zahra, Oued Ter'ir, Oued Sadana, Oued Sidi Ahmed, Oued Zirara, etc., traversent de part en part la hamada. C'est ainsi qu'au sud d'El Hassi, la Chebka se poursuit jusqu'à la limite occidentale de la formation crétacée, qu'elle découpe alors en tous sens, de manière à n'en plus laisser que des témoins isolés et épars.

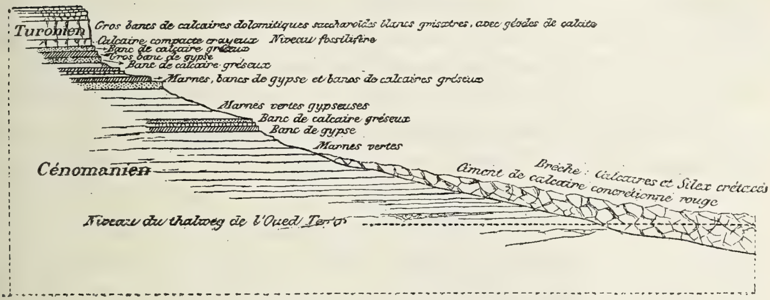
Le plateau, ainsi que les vallées, descend toujours vers l'E. 30° S. Le plongement des couches, que j'ai vu atteindre 0, 5 °/₀, continue à être supérieur à la pente des thalweg, laquelle, le long de l'Oued Ter'ir, que nous avons suivi, est en moyenne de 0,15 °/₀. Par suite, la hauteur et la largeur des vallées diminuent vers l'aval. Inversement, vers l'amont, elles augmentent; puis il y a des bifurcations, et les massifs intermédiaires, de moins en moins importants, sont traversés par des découpures transversales : d'où un réseau entrecroisé et complexe, dans lequel la dénudation va croissant vers l'ouest jusqu'à la limite de la formation de plus en plus émiettée.

La fig 3, planche XIV, donne la coupe générale de cette région déchiquetée, entre El Hassi et Hassi Charef, sur une longueur de 55 kil. Tantôt c'est un plateau divisé en massifs distincts, tantôt c'est une plaine d'alluvion, de laquelle émergent çà et là quelques témoins isolés. Les reliefs rocheux n'indiquent plus le système des vallées. Cols et vallées ont une importance comparable. Les thalwegs ont les allures les plus capricieuses. Plusieurs cheminent côte à côte dans la même plaine. Deux situés bout à bout, dans la même découpure, ont des pentes inverses. Ils n'offrent pas toujours de pente continue et aboutissent souvent à des dépressions fermées.

Le profil des escarpements ne cesse d'appartenir au même type . corniche calcaire et talus marneux. La hauteur maxima se voit sur le flanc gauche de l'Oued Ter'ir, un peu au sud de Teniet el Anez; elle atteint 120 mètres, dont 20 mètres de calcaires turoniens, 60 mètres de marnes cénomaniennes, avec gypse interstratifié, calcaires et grès subordonnés, et, au bas de la pente, 40 mètres de brèche quaternaire. La figure 1 donne la coupe détaillée de cet escarpement. On remarquera les 3 bancs de gypse, de 2^m, 3^m et 5^m, à la partie supérieure des marnes, et le quatrième à la partie inférieure ; je les ai suivis très nettement sur plus de 12 kilom. de longueur. La corniche calcaire affecte, par suite de la régularité des couches et de leur état fragmentaire, des formes qui étonnent et semblent parfois dues à la main de l'homme. On dirait les assises d'une muraille, ou les marches d'un escalier, ou les ruines d'un monument, d'un fort, etc.

Fig. 1.

Coupe détaillée de l'escarpement est de l'Oued Ter'ir,
près Teniet El Anez


Turonien
Gros bancs de calcaires dolomitiques saccharoïdes blancs grisâtres, avec géodes de calcite
Calcaire compacte crayeux Niveau fossilifère
Banc de calcaire gréseux
Gros banc de gypse
Banc de calcaire gréseux
Marnes, bancs de gypse et bancs de calcaires gréseux
Marnes vertes gypseuses
Banc de calcaire gréseux
Banc de gypse
Marnes vertes
Cénomanien
Brèche : Calcaires et Silex crétacés
Ciment de calcaire concrétionné rouge
Niveau du thalweg de l'Oued Ter'ir

Echelle des bases et des hauteurs = $\frac{1}{4.000}$

De légères ondulations s'observent le long des lignes d'escarpements. La plupart tiennent aux affaissements des calcaires sur les talus marneux sous-jacents. J'ai noté ainsi plusieurs mehasser à plates-formes penchées.

L'Oued Ter'ir, à partir d'Hassi Charef, est une véritable vallée, encaissée entre deux berges continues. En ce point, elle a 2 kilomètres de large et 100 mètres de haut, dont 40 mètres en marnes. Elle se poursuit en zig-zag, vers l'E. 30° S., le contact des calcaires et des marnes s'abaissant graduellement (voir la fig. 1, planche XIV). A Bir Rekaoui, les berges sont entièrement calcaires et ont 60 mètres. En aval d'Hassi el Hadadia, la vallée n'a plus que 300 mètres de large et 40 mètres de haut. Ce n'est plus alors qu'un chenal peu profond entaillé à la surface du plateau; les contours deviennent mous ; le lit devient vague. L'oued n'a plus que quelques mètres, au point où notre itinéraire en sort, et, au delà, il semblerait devoir se perdre sur le plateau.

III. — LES DEUX PLATEAUX DU SUD DU SAHARA ALGÉRIEN

§ 1. — La lisière des deux plateaux au nord-est d'El Golea. — Du haut de l'escarpement d'Hassi Charef, nos regards ne distinguaient que la hamada turonienne s'étendant à perte de vue dans toute son uniformité. Ayant de même gravi les berges de l'Oued Ter' ir auprès d'Hassi el Hadadia, nous aperçûmes un série de gour, faisant saillie tout autour de nous au-dessus de la ligne d'horizon ; leur forme était régulière et analogue à celle des mehasser vus précédemment : un talus incliné de 25 degrés en moyenne, une corniche raide ou verticale, une plate-forme horizontale. A notre sortie de l'Oued Ter'ir, nous retrouvâmes les gour en question, et pûmes constater qu'ils étaient, en effet, superposés au plateau comme des troncs de pyramide sur une table. Ce sont les témoins isolés d'un étage supérieur, semblable à l'étage sous-jacent : couches en apparence horizontales, calcaires en haut, marnes en bas.

Vers l'est, les gour se groupent et se massent : c'est alors un plateau continu. Le plateau supérieur, de plus en plus découpé et dénudé vers l'ouest, se termine ainsi par une région de gour de même que plus à l'ouest le plateau inférieur par une région de *mehasser*.

Ces gour ne sont pas distribués sans ordre à la surface du plateau inférieur. Ils s'alignent fort nettement, et donnent lieu à des chaînes plus ou moins discontinues entre les vallées. Le plateau est alternativement entaillé par les lits d'oued, et hérissé de chaînes de gour, et ces lignes orographiques, les unes en creux, les autres en relief, sont parallèles. Nous avons ainsi traversé l'Oued Ter'ir, les Gour Rahoua, l'Oued Sadana, les Gour Khenfous, l'Oued Sidi Ahmed, les Gour Oudian et les Gour Zirara, l'Oued Zirara, les Gour Iza. La fig. 4, planche XIV, donne la coupe générale de cette région sur une longueur de 30 kilom. du nord-nord-est au sud-sud-ouest, le long de notre itinéraire : nous suivions la direction des couches, ou à peu près, et cheminions sur la plaine rocheuse en nous maintenant à des altitudes peu variables (fig. 1, planche XIV); nous recoupions les oued suffisamment en aval pour que leurs lits n'eussent plus de profondeur notable, et passions par les brèches ou les cols que présentent les chaînes de gour.

Ces chaînes augmentent d'importance vers le sud-est, et arrivent à former des massifs continus. Les intervalles qui les séparent, de moins en moins larges, deviennent de véritables vallées, entaillant le plateau supérieur, et ces vallées font suite aux vallées qui entaillent le plateau inférieur, sur lequel elles se fussent perdues sans les assises superposées où l'érosion pût se poursuivre.

La région des gour diminue d'importance vers le sud. A partir de l'Oued Zirara, nous avons vu, à la limite occidentale du plateau supérieur, une ligne de relief profondément dentelée, mais semblant continue : nous passions devant les caps avancés d'une série de promontoires effilés et parallèles, orientés comme les chaînes de gour dont ils sont un diminutif, et séparés par des anses encaissées, comparables aux coulisses d'un théâtre gigantesque.

L'Oued el Khoua aboutit à une de ces échancrures du plateau supérieur, au travers duquel elle se poursuit. Cette vallée vient du nord-ouest, sur le plateau inférieur, comme les précédentes, mais il semblerait qu'elle ne traverse pas le plateau de part en part, et se ferme à son origine, comme les vallées du Mzab. Au sud de l'Oued el Khoua, se trouve le promontoire des Gour Aggabi.

Les escarpements du plateau supérieur présentent une composition constante. Le sous-étage inférieur, beaucoup moins puissant que le sous-étage de la Craie moyenne du Sahara, n'a guère que 50 mètres de marnes. Le sous-étage supérieur, plus ou moins dénudé, offre au plus 30 mètres de calcaires sur les gour et les falaises limites, mais il est bien plus épais sur le plateau continu. Le premier comprend des marnes vertes, rouges, jaunes, avec lits de grès et de calcaires marneux, et avec bancs de gypse interstratifiés; le second des calcaires saccharoïdes, dolomitiques, grisâtres, des calcaires blancs, compacts, et un niveau de calcaire gréseux,jaune serin, fossilifère. Ce niveau ne m'a pas offert de fossile caractéristique : mais je dirai de suite en anticipant, que l'étage supérieur du sud du Sahara algérien peut se suivre jusqu'en Tripolitaine, où, d'après ses fossiles, il appartient incontestablement à la Craie supérieure.

Les gour de la Craie supérieure présentent çà et là des formes intéressantes, qui captivent l'œil fatigué de la monotonie générale. Telle corniche calcaire offre un surplomb audacieux. Tel monticule figure un cône parfait, etc. Les talus marneux reposent directement sur le plateau turonien. Celui-ci est constitué par de gros bancs calcaires, saccharoïdes, dolomitiques, à grains fins, très durs, gris tachetés de rose, polis, formant de superbes dallages de marbre (1). Ces calcaires sont parsemés de concrétions siliceuses ou calcaires, en nodules ou en géodes, en lits intercalés ou en veinules. On trouve également des croûtes quaternaires; mais la carapace ne forme ici que des îlots épars.

Les calcaires turoniens apparaissent à nu sur les hamada du Sud. Ils ne sont masqués par aucune terre végétale; ils sont décapés, ils sont polis. On peut juger, à la surface de ces hamada, de la multitude des fissures qui traversent les couches, fissures très rapprochées et distantes parfois de moins d'un mètre, décomposant le plateau en dalles polygonales et le hachant littéralement. Les conditions sont remarquablement favorables pour l'observation des diaclases, qu'on peut suivre tout le long de leurs affleurements, et dont les directions tendent à se grouper autour de deux directions principales, à peu près perpendiculaires et voisines de l'E. 30° S. et du N. 30° E.

---

(1) Les calcaires saccharoïdes prédominent dans le massif turonien, sauf à la base où se trouvent des calcaires compacts et blancs.

§ 2. — Le plateau inférieur dans la région d'El Golea. — J'évalue, d'après mes coupes de détail et d'ensemble (fig. 1, planche XIV), à 100 mètres, en chiffres ronds, la puissance totale, sensiblement constante, du massif des calcaires turoniens dans le Sahara algérien. Généralement la série des bancs affleure sur les hamada sans donner lieu à aucun relief. On comprend cependant que celles-ci s'accidentent, soit que les couches se présentent par leurs tranches et figurent des terrasses, soit que la dénudation ait laissé certains témoins en saillie. Tel est le cas du plateau inférieur dans la partie que nous avons traversée depuis l'Oued el Khona, en nous rabattant au sud-ouest vers El Golea. La fig. 1, planche XIV, indique de part et d'autre d'El Golea, les deux physionomies extrêmes, accidentée et plane, que peut offrir la hamada.

Ce plateau, le plateau inférieur, le plateau du Mzab et de Methlili, se poursuit donc au sud jusqu'à El Golea, et au-delà. Dans cette région, il se termine de nouveau par une falaise continue, semblable à celle d'El Loua. A El Golea même, la falaise est à peu près nord-sud; elle oblique, d'un côté vers le nord-nord-ouest et de l'autre, vers le sud-ouest, dessinant ainsi un rentrant. En même temps, la direction des couches oscille; le plongement, qui se maintient dans le Sahara algérien aux environs de l'E. 30° S., a lieu, à l'est d'El Golea, vers l'est (il atteint 1, 5 %), et, au sud de cette oasis, vers le nord-est.

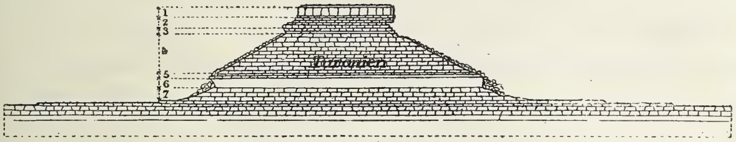
Le plateau considéré forme, à l'est d'El Golea, une bande de 50 kil. de large. Puis il est dominé par la falaise du plateau supérieur, que nous avons gravi près d'Hassi-el-Melah, en nous rendant d'El Golea à Ouargla : nous avions laissé la même falaise aux Gour Aggali en venant du nord-est; c'est encore elle que nous avons vue du sommet du piton de sable du Guern el Chouff, à une journée au delà d'El Golea, barrant l'horizon vers le sud. Elle décrit ainsi une courbe tournant sa concavité vers l'ouest, plus ou moins parallèle à la falaise inférieure.

A mi-distance entre ces deux falaises, le plateau inférieur offre, au nord-est et à l'est d'El Golea, une ligne de relief semblable et semblablement placée, recoupée en divers points par M. Duveyrier (1859), par la colonne de Galiffet (1873), et par nous. C'est la ligne des gour Zidia, d'El Fedj, etc. Je dirai sommairement ici que les Gour Zidia et d'El Fedj forment dans leur ensemble une falaise discontinue, entièrement calcaire, limitant au nord-est une plaine haute constituée par les assises supérieures du massif turonien, et dominant au sud-ouest, vers El Golea, une plaine basse constituée par les assises inférieures, mais parsemée de témoins des assises superposées, gour et terrasses, dont l'ensemble est complexe.

Tel est le groupe des Gour Ouargla. Ils se font remarquer par la régularité géométrique de leurs formes rectangulaires et allongées. Leurs talus sont particulièrement raides; leurs plates-formes paraissent bien horizontales. La fig. 2 donne la coupe d'un de ces gour.

Fig. 2.

Coupe détaillée d'un des gour Ouargla.



Echelle des bases et des hauteurs - $\frac{1}{4.000}$

1. Calcaire gris saccharoide très dur, avec géodes de calcite.
2. Calcaire gris et rose saccharoïde très dur, avec concrétions siliceuses brunâtres.
3. Calcaire gréseux jaune serin fossilifère.
4. Eboulis calcaires avec sables.
5. Calcaire blanc compact.
6. Calcaire blanc crayeux, banc de 4 m, avec *O. Hippopodium? Sphœrulites, Lefebvrei, Hemiaster* ferrugineux; *Cyphosoma Choisyi.*
7. Eboulis calcaires avec sables.
8. Calcaire jaune café au lait compact, avec *Ammonites* et *Sphœrulites.*

Il a 50 mètres. On y retrouve les calcaires saccharoïdes, gris et roses, avec concrétions siliceuses. A la base, ce sont des calcaires blanchâtres compacts. Parmi ceux-ci, un banc de calcaire crayeux, relativement tendre, épais de 4 mètres, attire l'attention, tant par sa couleur d'un blanc éclatant, que par les curieux exemples de son érosion par les sables. Ce banc s'est montré très fossilifère.

Mes fossiles du Sahara ont été soumis à MM. Bayle, Coquand, Cotteau, Douvillé, Péron, qui m'ont aidé à les déterminer et auxquels j'exprime ici toute ma reconnaissance.

Gisement des Gour Ouargla. Les fossiles que j'ai recueillis au gour Ouargla sont les suivants :

Ostrea hippopodium? Nilson. — Les exemplaires sont plus ou moins brisés, et il est difficile d'être affirmatif sur l'espèce qu'ils représentent; cependant, M. Coquand incline à voir en eux des individus jeunes de l'*O. hippopodium :* il en possède des échantillons identiques venant de Vendôme.

Sphærulites Lefebvrei, Bayle. — *Espèce nouvelle* (fig. 5 et 6, pl. XV) — Les Rudistes que j'ai recueillis sont presque tous fortement usés. La plupart présentent l'arête cardinale des Sphœrulites. Entre autres se trouve un bel exemplaire, qui appartient à une espèce non encore décrite ; le même fossile avait déjà été rapporté d'Égypte en 1837 par M. Lefebvre. Voici sa description, par M. Bayle :

« Valve inférieure conique. Le côté cardinal présente des lames ornées de côtes longitudinales, séparées par des sillons un peu plus larges que les côtes. Le côté branchial montre les deux sinus caractéristiques de toutes les espèces de sphœrulites. Les lames du côté buccal sont très sinueuses ; elles le sont autant du côté anal.

» La valve supérieure est plate, operculiforme.

» Cette espèce est voisine des *S. radiosus*, d'Orbigny, et *S. ponsianus*, d'Archiac. Elle diffère de la première par ses lames moins sinueuses et plus espacées, et de la seconde par ses sinus beaucoup moins larges et moins profonds.

» Je pense qu'elle est turonienne. »

Collections de l'Ecole des Mines.

Hemiaster. — Une grande profusion de petits Hemiaster ferrugineux se montrent en saillie à la surface du calcaire crayeux; ceux que j'ai rapportés sont sans doute trop usés pour être déterminables comme espèce.

Cyphosoma Choisyi, Cotteau. — *Espèce nouvelle* (fig. 7 à 9, pl. XV : fig. 7, vu de côté ; fig. 8, face supérieure ; fig. 9, face inférieure). J'ai recueilli, toujours au même niveau, un Cyphosoma qui constitue un type spécifique nouveau. Je dois à M. Cotteau la description de cette espèce, que je le remercie d'avoir bien voulu dédier à mon chef de mission, M. Choisy.

« Espèce de taille moyenne, subcirculaire, légèrement pentago-
» nale, déprimée en dessus, tout à fait plane en dessous. Zones po-
» rifères larges et droites à la face supérieure, un peu onduleuses à
» l'ambitus et dans la région inframarginale, composées de pores
» fortement bigéminés aux approches du sommet et ne paraissant
» pas se multiplier autour du péristome. Aires ambulacraires res-
» serrées à la face supérieure par les zones porifères, garnies de
» tubercules fortement mamelonnés, espacés, au nombre de onze
» par série, accompagnés de granules inégaux et peu nombreux.
» Aires interambulacraires pourvues de quatre rangées de tubercules
» à peu près identiques aux tubercules ambulacraires ; les deux ran-
» gées latérales, très apparentes vers l'ambitus, s'atténuent et ten-

» dent à disparaître en se rapprochant du sommet et du péristome.
» Zone miliaire large, nue et déprimée à la partie supérieure, garnie
» vers l'ambitus de granules inégaux et espacés et de quelques petits
» tubercules secondaires. Péristome peu développé, circulaire, marqué de petites entailles aigues et relevées sur les bords, s'ouvrant à
» fleur de test. Appareil apical relativement assez grand, pentagonal, anguleux, un peu allongé dans le sens du diamètre antéro-
» postérieur, à en juger par l'empreinte qu'il a laissée. Hauteur,
» 10 millimètres ; diamètre 26 millimètres.

» Rapports et différences. — Cette espèce nous a paru se distinguer d'une manière positive de tous les *Cyphosoma* que nous connaissons ; elle se rapproche un peu de certaines variétés du *Cyphosoma regulare*, Agassiz, mais elle en diffère certainement par les
» pores ambulacraires plus fortement bigéminés près du sommet, par
» les tubercules interambulacraires plus espacés et formant quatre
» rangées plus distinctes, par sa face inférieure plus plane, par son
» appareil apical plus étroit et plus allongé. »

Collections de l'Ecole des Mines.

Il n'y a dans l'Atlas qu'un niveau important de Rudistes, lequel se place dans le Turonien. D'autre part, MM. Cotteau, Péron et Gauthier considèrent le genre *Cyphosoma* comme ayant apparu dans la Craie d'Algérie au commencement de l'ère turonienne.

En conséquence, l'abondance des Rudistes, le type du *Sphærulites Lefebvrei* et la présence du *Cyphosoma Choisyi* concordent pour assigner l'âge turonien aux Gour Ouargla.

Plateau d'El Golea. — De même pour le plateau sur lequel reposent les Gour Ouargla, et qui domine la falaise d'El Golea, plateau en calcaire compact, jaune café au lait, parfois grisâtre, poli comme une glace, absolument nu et tout à fait éblouissant au soleil. Il est parsemé de débris du même calcaire, parmi lesquels nous avons rencontré, au nord-est, à l'est et au sud d'El Golea, une très grande quantité d'*Ammonites*, malheureusement frustes et fragmentées, engagées dans la gangue, et fortement usées. Ces Ammonites comportent plusieurs espèces. On peut en distinguer deux principales, l'une renflée, l'autre à bord déroulé. Un des exemplaires se rapproche d'une espèce inédite recueillie au sommet du Milok de Laghouat (collection Péron).

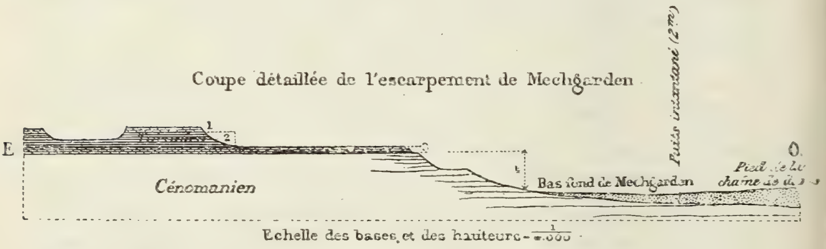
L'analogie entre ce niveau à Ammonites du plateau d'El Golea et celui des environs de Laghouat et du sud de Bou Saada, à la base des calcaires turoniens et au-dessus des marnes cénomaniennes, est évidente. Il est naturel de les assimiler, et d'attribuer au Turonien inférieur, peut-être au Ligérien, les calcaires du plateau d'El Golea.

Ceux-ci se terminent en biseau avant la falaise limite, et ne figurent pas dans la coupe des escarpements d'El Golea. Cependant, un peu au sud de cette oasis, au Chaab el Hadban, ils avancent jusqu'au bord de la crête, et on peut les voir reposer directement sur les calcaires reconnus cénomaniens de la corniche.

Gisement de Mechgarden. — Malgré la faible épaisseur des calcaires turoniens aux environs d'El Golea, les excavations qu'offre le plateau, ne sont généralement pas suffisantes pour pénétrer dans les couches cénomaniennes. Mechgarden, à deux journées au sud-est, fait exception. On y trouve, au milieu même du plateau, une entaille qui se relie à la ligne de relief des gour Zidia et El Fedj.

L'excavation de Mechgarden a 35 mètres de profondeur. La fig. 3 donne la coupe de son flanc oriental, seul visible, l'escarpement opposé étant recouvert par une chaîne de dunes.

Fig. 3.


Coupe détaillée de l'escarpement de Mechgarden
E
1
2
3
4
Cénomanien
Puits intarissable (2m)
Bas fond de Mechgarden
O.
Pied de la chaîne de dunes
Echelle des bases et des hauteurs

1. Bancs de calcaire saccharoïde très dur, gris et jaune.
2. Alternances de marnes calcaires verdâtres et de calcaire marneux grisâtre.
3. Bancs de calcaire lithographique jaunâtre et de calcaires crayeux et farineux blancs.

avec *Ammonites, Strombus Caraniferus? Ptérocères, Volutes, Natices, Nérinées, Sphærulites.*

4. Alternance de marnes vertes gypseuses et de lits de marnes calcaires blanchâtres. Bancs alternatifs d'huîtres et d'oursins.

O. Rollandi, très abondante.
Plicatula auressensis.
Hemiaster pseudofourneli.
Hemiaster Zitteli.
Hemiaster Africanus.
Pseudodiadema.
très abondants.

5. Sables de dunes, cristaux de gypse sableux à la surface.

La partie supérieure est formée de bancs calcaires avec une intercalation marneuse, ce qui donne lieu à un premier ressaut au-dessus du talus principal. Les calcaires sont remplis de fossiles indéterminables, de débris d'*Ammonites*, de moules de Gastéropodes, *Strombus* (*caraniferus?*), *Ptérocères*, *Volutes*, *Natices*, *Nérinées*, de Bivalves, de fragments de Rudistes, parmi lesquels plusieurs offrent l'arête cardinale des *Sphærulites* et qui ont tous le faciès turonien.

La partie inférieure est marneuse. Ces marnes offrent plusieurs niveaux très fossilifères; les fossiles occupent presque exclusivement des lits minces et distincts, lits alternatifs d'huîtres et d'oursins. Les types spécifiques sont peu variés, ainsi qu'on va voir.

Ostrea Rollandi, H. Coquand. — *Espèce nouvelle* (fig. 1 à 4, planche XV; fig. 1 complète, valve sup. vue ext.; fig. 2 valve sup. vue int.; fig. 3 et 4, valves inf. vues int.). Toutes les *Ostrea* recueillies à Mechgarden appartiennent à cette même espèce, qui est nouvelle. Elles présentent des accumulations à différents niveaux du talus, dans des couches de marnes calcaires, épaisses de quelques centimètres et passant par place à de véritables lumachelles.

Suit la description, dont je suis redevable à M. Coquand:

« Coquille ostréiforme, d'une taille ordinaire, plutôt petite que » grande, plus longue que large, quelquefois suborbiculaire, très dé» primée, subéquivalve, ayant vécu libre ou en individus agrégés en » famille, et, dans ce dernier cas, perdant de sa régularité ordinaire, » tout en conservant ses caractères spécifiques. Valves ornées de la» melles saillantes, concentriques, régulièrement espacées, légère» ment distantes les unes des autres, correspondant à des périodes » successives d'accroissement.

» Valve inférieure adhérente par le sommet ou par sa surface » entière, moyennement convexe, légèrement débordante par rap» port à l'autre, et terminée par un crochet petit, obliquant un peu à » gauche, creusé dans sa partie centrale par une gouttière trian» gulaire.

» Valve supérieure moins convexe que l'autre et déprimée, surtout » vers le pourtour inférieur qui se montre légèrement relevé, por» tant une impression musculaire presque superficielle, très large, » arrondie, et placée près du bord extérieur gauche, au milieu à peu » près de la hauteur de la coquille.

» Rapports et différences. — *L'O. Rollandi* offre une assez grande » ressemblance avec l'*O. Garumnica*, H. Coquand, qui appartient à » l'étage garumnien; mais elle s'en distingue par sa forme un peu » plus allongée, son sommet plus aigu, et par un plus grand espa» cement des lamelles concentriques d'accroissement. »

Collections de l'Ecole des mines.

Plicatula auressensis, H. Coquand.

Hemiaster pseudofourneli, Péron et Gauthier. — Très abondant; mais souvent écrasé et en débris. Les individus éboulés sur le talus sont usés par le sable.

Hemiaster Zitteli, H. Coquand. — Très abondant; se présente comme le précédent.

Hemiaster africanus ? H. Coquand. — Très abondant ; détermination moins certaine que les précédentes, à cause de la déformation et de l'usure des exemplaires.

Pseudodiadema ?

On trouve à plusieurs niveaux des lits d'Echinides accolés côte à côte.

Ces différentes espèces de fossiles, sauf une, qui est nouvelle, sont connues dans le Cénomanien du sud de l'Algérie.

Mechgarden (Talus inférieur)	*Atlas-Hauts-plateaux et région subsaharienne.*
Espèces certaines	
Plicatula auressensis.	est essentiellement cénomanienne.
Hemiaster pseudofourneli.	id.
Hemiaster Zitteli.	se rencontre dans le Cénomanien.
Ostrea Rollandi (espèce nouvelle).	
Espèce probable.	
Hemiaster africanus.	est rare dans le Cénomanien, même supérieur ; a sa principale station dans le turonien inférieur (Ligérien).

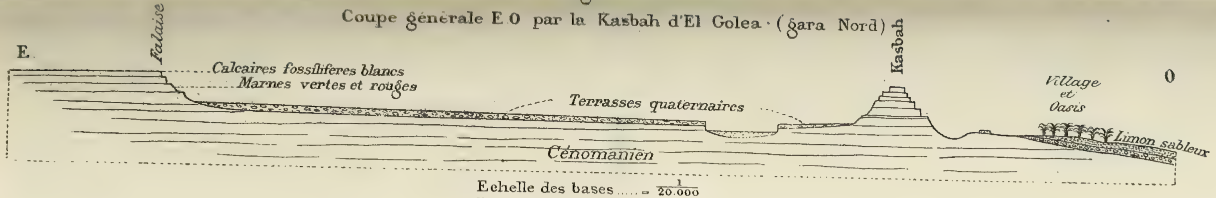
En résumé, le gisement de Mechgarden présente, au sommet, les niveaux inférieurs du Turonien, et, à la base, les niveaux supérieurs du Cénomanien.

L'association de l' *H. africanus* avec les espèces cénomaniennes n'est pas certaine ; peut-être habite-t-il seulement le haut du talus marneux, à la base du Turonien. La précipitation avec laquelle j'ai dû étudier ce gisement, ne me permet pas d'affirmer si ce fossile se trouve à un niveau distinct, ou non, des autres Hemiaster.

§ **3. — El Golea.** — La plaine et l'oasis d'El Golea sont situées entre la falaise du plateau inférieur, à l'est, et le grand massif des dunes de l'Erg occidental, à l'ouest. La falaise nord-sud domine la plaine d'environ 80 mètres. En avant d'elle, se dressent des gour isolés ; sur l'un d'eux est construit la Kasbah ; au sud s'en trouve un autre, le gara de Sidi Bou Zid. Tous deux ont même hauteur que la falaise, et leurs plates-formes sont de niveau avec le plateau. La figure 4 donne la coupe générale est-ouest par le piton de la Kasbah ; la partie relative à ce piton est donnée à plus grande échelle par la figure 5.

Les escarpements de la falaise ou des gour offrent la même succession de couches. Ils ont une corniche calcaire de 12 mètres et un

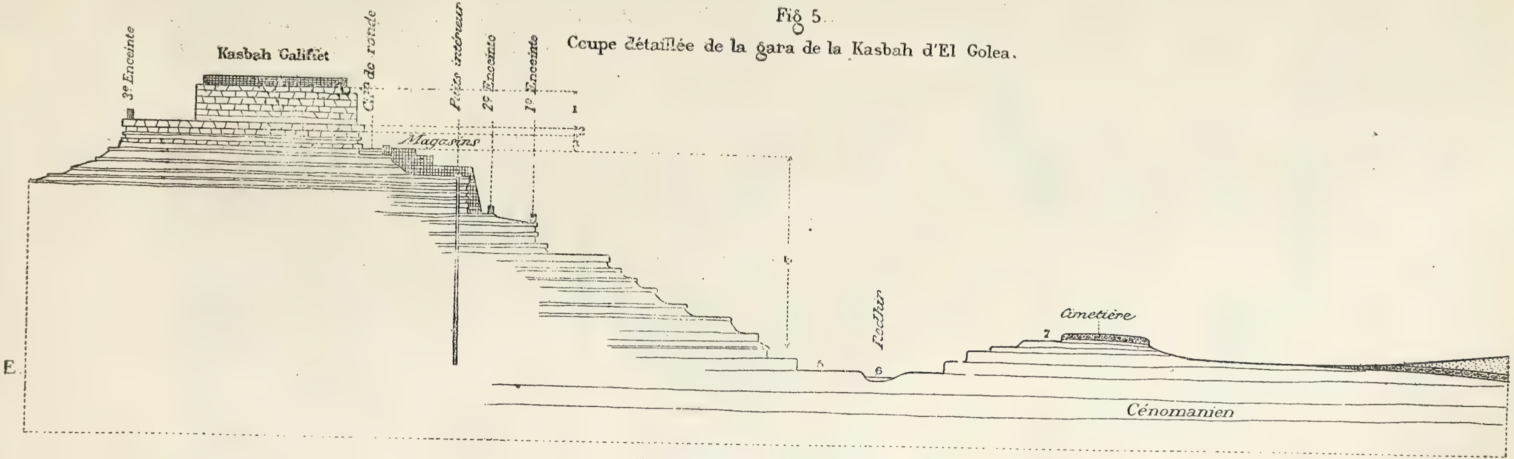
Coupe générale E.O par la Kasbah d'El Golea · (gara Nord)


E.
Falaise
Calcaires fossilifères blancs
Marnes vertes et rouges
Terrasses quaternaires
Kasbah
Village et Oasis
0
Limon sableux
Cénomanien

Echelle des bases ..... = $\frac{1}{20.000}$
Echelle des hauteurs - $\frac{1}{10.000}$

Fig 5.

Coupe détaillée de la gara de la Kasbah d'El Golea.


3e Enceinte
Kasbah Galiffet
Ch de ronde
Puits intérieur
2e Enceinte
1e Enceinte
1
2
3
Magasins
4
E.
5
Puits
6
7
Cimetière
Cénomanien
0

Echelle des bases et des hauteurs - $\frac{1}{2000}$

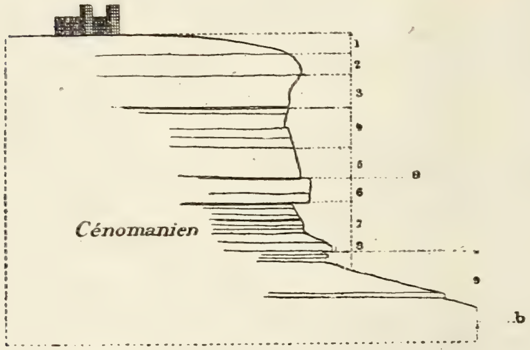
1. Calcaires blancs crayeux et compacts avec fossiles abondants.
2. Gros banc de calcaire saccharoïde brunâtre.
3. Marnes vertes, banc de calcaire jaune fossilifère.
4. Alternance de marnes calcaires vertes et rouges (terre de savon) et de lits de calcaires marneux clairs.
5. Marnes argileuses bariolées rouges et vertes (terre de poterie.)
6. Argile d'alluvion.
7. Poudingue (sables et graviers) quaternaire.
8. Limon sableux, terre végétale.

talus marneux de 60 à 70 mètres. La fig. 6 donne la coupe détaillée de la corniche, prise à l'angle saillant de la falaise, au nord de la Kasbah. Les calcaires sont blancs, compacts et crayeux ; à la base, un banc de calcaire dolomitique, saccharoïde, très dur, brunâtre, forme un cordon saillant. Le talus comprend une alternance de marnes calcaires, vertes et rouges (terre à savon) et de lits de calcaires marneux clairs ; à la partie inférieure, ce sont des marnes argileuses bariolées, rouges et vertes (terre à poterie). Le pied du talus est recouvert par un poudingue quaternaire, en sables et graviers, constituant un manteau peu épais. Des érosions ultérieures ont raviné ce poudingue, ainsi que les marnes sous-jacentes, et donné lieu à une

Fig. 6.

Coupe type à grande échelle de la corniche calcaire de l'escarpement d'El Golea

(prise à l'escarpement Nord)



Echelle de : $\frac{1}{500}$

1. Calcaire blanc compact pétri d'*O. Baylei?*
2. Calcaire blanc crayeux pétri de *Janira æquicostata.*
3. Calcaire blanc compact.
4. Calcaire blanc crayeux avec *O. Flabellata* et *O. Baylei* abondantes ? O. *Rollandi*, *Janira æquicostata*, *Pholadomya*, radioles de *Cidaris.*
5. Calcaire blanc compact avec *Strombus Mermeti* et *Pteroceras.*
6. Calcaire dolomitique, brunâtre, saccharoïde très dur.
7. Marnes vertes et petits bancs de calcaires blanchâtres.
8. Calcaire jaune serin tufacé fossilifère.
9. Marnes vertes et rouges avec petits bancs de calcaire marneux blanchâtres.

a. Eboulis à 7 m 50. *Strombus Mermeti* et *Pteroceras*, *Cardium Desvauxi*, *Rhabdocidaris Pouyannei.*

b. Eboulis sur le talus. *Strombus Mermeti* et *Pteroceras*, *O. Flabellata*, *O. Plicifera? O. Baylei? O. Mermeti*, *O. Rediviva*, *O. Hippopodium? O. laciniata? Janira æquicostata*, *Plicatula auressensis*, *Arca*, *Cyprina Africana*, *Venus Rhabdocidaris Pouyannei.*

terrasse d'une dizaine de mètres, au-dessus des alluvions modernes de la Sebkha et de l'oasis.

Le piton de la Kasbah ressemble à un fort naturel. La corniche calcaire est, presque tout autour, à pic. Le talus marneux, très raide, représente des grands parements verticaux, où l'on remarque la parfaite rectilignité des couches.

La falaise se continue vers le nord, puis vers le nord-nord-ouest, avec quelques échancrures, courtes et encaissées, par lesquelles de petits ravins débouchent dans la plaine. On la suit jusqu'au Kef Ahmed Bou Tata; au delà, les grandes dunes la recouvrent, et on n'aperçoit plus que quelques crêtes rocheuses ou *feidhs*, perçant au travers des sables.

Au sud, la crête dessine un rentrant au Chaab el Hadban, puis reprend la même direction. La hauteur de la falaise diminue graduellement; elle est moitié moindre à 15 kilomètres de la Kasbah. A 25 kilomètres, l'escarpement tourne au sud-ouest; il n'a plus alors que 10 mètres, entièrement calcaires.

Le pied de la falaise est longé par la Sebkha el Melah, bas-fond humide et particulièrement salé. L'eau, une eau excellente, se trouve en abondance à peu de profondeur, comme le prouvent les puits ascendants et les *fouggara* (canaux souterrains de drainage) de l'oasis.

Fossiles. — Tous les fossiles que j'ai recueillis à El Golea, appartiennent au couronnement calcaire, qu'ils aient été pris en place ou parmi les éboulis. Ils proviennent du gara nord, du gara sud, de l'angle saillant de la falaise au nord, etc. ; les bancs se correspondant exactement d'un escarpement à l'autre, j'ai pu réunir toutes les indications sur une seule coupe (fig. 6). Voici l'énumération de ces fossiles :

Strombus Mermeti, H. Coquand. — Abondant à l'état de moule. J'ai vu et recueilli en outre beaucoup de moules de *Strombus*, de *Pteroceras*, etc., indéterminables comme espèce.

Ostrea flabellata, d'Orbigny. — Abondante. Le principal niveau est à mi-hauteur de la corniche calcaire, dans un banc de calcaire crayeux tendre. Les exemplaires d'El Golea représentent exactement, moins la couleur de la roche, les types connus, essentiellement cénomaniens, de l'Atlas.

Ostrea plicifera?, H. Coquand. — Plusieurs *Ostrea* d'El Golea sont identiques dans leurs formes et leurs détails à une variété de l'*O. plicifera* (Coquand, Monographie du genre *Ostrea*, planche XXXVI, fig. 6 à 11). D'autre part, il existe des variétés d'*O. flabellata* très vieilles, qui perdent leurs côtes et deviennent lisses (Coquand, *ibid.*, pl. LII, fig. 3 et 4). Mais il n'y a que les individus vieux et de très grande taille qui présentent cet état, et ils n'offrent jamais la gibbosité longitudinale de mes exemplaires. En conséquence, il semble que ceux-ci doivent être attribués à l'*O. plicifera.*

Ostrea Baylei? Guéranger. — Abondante. La crête de la corniche calcaire est formée par un banc de calcaire blanc compact, qui est pétri de cette *Ostrea*. Le même fossile se trouve au-dessous du principal niveau à *O. flabellata.*

Mes exemplaires rappellent le jeune âge de l'*O. proboscidea*, d'Archiac, espèce essentiellement santonienne dans les Charentes, à Villedieu, aux Martigues, etc., ainsi qu'en Algérie, d'après M. Coquand. D'autre part, ils sont semblables à une variété d'*O. proboscidea*, qui se trouve au Beausset, où elle est turonienne, étant placée au-dessous du niveau supérieur des calcaires provenciens à Hippurites, dans les sables mornasiens. Enfin, mes exemplaires peuvent aussi être rapportés à l'*O. Baylei*, Guéranger, qui est carentonienne.

La séparation de l'*O. Baylei* et des jeunes individus de l'*O. proboscidea* est délicate à opérer. On ne doit se prononcer sur l'identité de cette dernière que d'après des individus adultes. D'une manière générale, il ne faut point attacher une importance excessive aux *Ostrea* non adultes; beaucoup commencent par des formes semblables que l'âge modifie.

En somme, l'*Ostrea* considérée peut être confondue avec l'*O. proboscidea* jeune, mais peut tout aussi bien être assimilée à l'*O. Baylei*, et c'est à cette dernière espèce que M. Coquand la rapporte de préférence, à cause de son association avec l'*O. flabellata.*

Ostrea Mermeti, H. Coquand. — J'ai cru devoir signaler cette *Ostrea*, bien que ne l'ayant pas trouvée moi-même. Elle a été recueillie à El Golea, il y a quelques années, par M. l'abbé Pommier, qui, depuis lors, a été assassiné chez les Touaregs.

Ostrea rediviva, H. Coquand.

Ostrea hippopodium? Nilson. — Exemplaire en très mauvais état; assimilation douteuse.

Ostrea laciniata? H. Coquand. — Même observation; n'a pas été signalée jusqu'ici dans la Craie d'Algérie.

Ostrea Rollandi, H. Coquand. — Groupe d'individus, au niveau principal de l'*O. flabellata.*

Janira æquicostata, d'Orbigny. — Très abondante. Le principal niveau est au sommet de l'escarpement d'El Golea, le long duquel règne avec une grande régularité un banc puissant et caractéristique de calcaire blanc crayeux, subsaccharoïde, caverneux, complètement pétri de cette *Janira;* il n'est recouvert que par le banc supérieur à *O. Baylei*, qui se trouve tout à fait à la crête, mais qui est peu épais et manque parfois. La *Janira œquicostata* d'El Golea est identique au type cénomanien du Mans.

Plicatula auressensis, H. Coquand. — Empreinte très nette sur un échantillon calcaire des éboulis.

Cardium Desvauxi, H. Coquand. — Moule.

Cyprina Africana, H. Coquand. — Moule.

Rhabdocidaris Pouyannei, Cotteau. — El Golea est la troisième localité où l'on rencontre cette belle espèce, trouvée d'abord à Mograr Tahtania, puis à Batna.

— A 15 kilomètres au Sud de la Kasbah, à la crête même de la corniche calcaire de la falaise, se trouve un banc à texture grossière, criblé de Bryozoaires, de baguettes d'Oursins et de Polypiers. Un échantillon de ce calcaire renferme, entre autres fossiles, un *Cerithium*, un petit *Holectypus excisus?* Cotteau, et des radioles de *Cyphosoma.*

Enfin, j'ai recueilli, près du même point, l'*Ostrea plicifera*, dans les éboulis de l'escarpement.

On voit que la faune des escarpements d'El Golea est abondante et variée. Presque toutes les espèces que j'y ai trouvées, sont connues dans l'Atlas et appartiennent aux gisements cénomaniens du sud.

El Golea	*Atlas. — Hauts-plateaux et région subsaharienne.*
Espèces certaines.	
Ostrea flabellata	est essentiellement cénomanienne.
Plicatula auressensis	idem.
Ostrea Mermeti	a sa principale station dans le Cénomanien.
Ostrea rediviva	idem.
Rhabdocidaris Pouyannei	n'est connu que dans le Cénomanien.
Strombus Mermeti	est commun dans le Cénomanien.
Cardium Desvauxi	idem.
Cyprina africana	idem.
Janira œquicostata (Cénomanien du Mans.)	
Ostrea Rollandi (espèce nouvelle).	
Espèces probables.	
Holectypus excisus	est essentiellement Cénomanien.
Ostrea Baylei	se rencontre dans le Cénomanien.
Ostrea plicifera	se rencontre dans le Sénonien.

Parmi les espèces communes, toutes, sauf une, sont cénomaniennes; plusieurs sont considérées comme caractéristiques de cet étage, ou y ayant leur station principale. Une seule, dont la détermination est d'ailleurs douteuse, fait exception.

Ainsi, la falaise d'El Golea est nettement cénomanienne. Elle appartient au Cénomanien supérieur.

§ **4. — Le plateau supérieur.** — Notre itinéraire d'El Golea à Ouargla franchit successivement les deux falaises de la Craie moyenne et de la Craie supérieure. Celle-ci offre à peu près la même coupe à l'est, près d'Hassi El Melah, qu'au nord-est : un talus marno-gypseux de 50 mètres, une corniche calcaire de 20 à 30 mètres. Le pied de la falaise supérieure, en aval, du plateau inférieur, est occupé par des alluvions formant un cordon d'importance variable; on voit souvent appliquer le nom d'*Oued* à cette zone de bas-fonds, qui peut avoir été une ligne d'érosion et offrir un thalweg longitudinal. Elle a deux kilomètres et demi de large auprès d'Hassi el Melah; elle se poursuit vers le sud, prend un peu plus loin le nom d'Oued el Djoua, puis tourne au sud-ouest en même temps que la ligne d'escarpement, et constitue la Sahaba el Gagnera, plaine de terre blanchâtre. En même temps, la falaise considérée est côtoyée, à l'ouest, par une grande chaîne de dunes, qui repose sur le plateau inférieur : l'intervalle entre la falaise crétacée et la chaîne de sable forme une sorte de couloir, disposition qui explique *Djoua* (fourreau).

La hamada supérieure a été traversée entre El Golea et Ouargla, par trois itinéraires différents, ceux d'aller et de retour de la colonne Galiffet en 1873, et le nôtre, plus au sud. Cette partie du désert est la plus aride, la plus nue, la plus triste, que nous ayons vue. Ici les couches offrent une série d'ondulations, dont les axes sont approximativement dirigées vers le nord-est; le plongement maximum que j'ai observé, ne dépasse pas 6 degrés. Dans son ensemble, le plateau supérieur plonge, de même que le plateau inférieur, et avec des pentes aussi faibles, vers l'E. 30° S., et s'enfonce également sous le manteau d'atterrissement du bassin de l'Oued Rir'. La hamada crétacée se fond insensiblement dans la hamada quaternaire, laquelle possède une pente encore plus faible de 0,1 °/₀ environ, vers l'intérieur du bassin.

Cependant la hamada crétacée est entaillée par une série de vallées parallèles, à peu près perpendiculaires au festonnement général des strates. Ce sont les prolongements des vallées déjà décrites, que notre itinéraire traverse ici en sens inverse : Oued el Rhoua Oued Zirara, Oued Ter'ir, etc. Elles passent, ainsi que je l'ai exposé, de l'étage de la Craie moyenne à l'étage de la Craie supérieure, et reproduisent dans celui-ci les mêmes dispositions que dans celui-là, diminuant graduellement de hauteur et de largeur vers l'aval, etc. Elles passent ensuite de la Craie supérieure dans le Quaternaire, et se poursuivent vers le sud-est jusqu'à l'Oued Mya, qui vient du sud-ouest.

Nous verrons que le bassin du haut Oued Mya, est formé par le prolongement méridional du plateau supérieur. Cette grande artère entaille la hamada crétacée, puis, à partir de Kechaba, la hamada quaternaire, et se poursuit vers Ouargla, en se maintenant sur le bord occidental du bassin d'alluvion. L'épaisseur du Quaternaire est assez peu importante de ce côté, pour que les érosions postérieures aient remis à nu le calcaire crétacé sous-jacent. Ainsi, sur le flanc gauche de l'Oued Mya, auprès d'Hassi Berkan, nous avons constaté l'existence d'une hamada crétacée de 500 kilomètres de superficie, au milieu et en contrebas de la hamada quaternaire.

Cette vaste plaine est parsemée de petits gour en grès quaternaire, semblables à des billes jetées sur une table. Les calcaires qui le constituent appartiennent à des niveaux déjà assez élevés dans la Craie supérieure. Ils se font remarquer par une grande abondance de nodules de silex, généralement noirs, dont les éclats jonchent le sol et parfois le recouvrent littéralement. La présence de ces silex est un caractère de la Craie supérieure du Sahara, qui donne lieu ainsi à des hamada *noires*, tandis que les hamada de la Craie moyenne sont généralement *blanches*.

Les calcaires à silex sont blancs, compacts, subcrayeux ; ils sont associés à des calcaires lamellaires, blancs, piquetés et veinés de bleu, dont la surface, polie par les sables, est comme vernissée. La coupe générale d'El Golea à l'Oued Mya indique pour les calcaires du plateau supérieur une épaisseur de plus de 100 mètres, dont 40 mètres saccharoïdes, et, au-dessus, 60 mètres compacts avec silex.

Notons que sur les bord de l'Oued Mya, de même qu'à l'est du Mzab, le plongement du Crétacé sous le bassin quaternaire, n'est plus négligeable et devient perceptible à l'œil.

En examinant sur la carte (Planche XIII) les contours du Quaternaire et du Crétacé dans le Sahara algérien, on remarquera que l'atterrissement s'avance plus loin de 80 kilomètres en chiffres ronds, sur le plateau inférieur du Mzab et de Methlili que sur le plateau supérieur du sud. En effet, bien que l'atterrissement n'ait pas été déposé sous des eaux tranquilles, sa limite offre une certaine analogie avec le bord d'une nappe d'eau baignant une plage; et ici, il est évident que les deux plateaux étagés s'avancent l'un plus que l'autre vers l'intérieur du bassin. Nous avons vu que le plateau supérieur est limité à l'ouest par une falaise qui domine le plateau inférieur ; cette ligne de relief, plus ou moins ébréchée, mais très nette dans son ensemble, ne doit pas se prolonger beaucoup au nord de l'Oued Zahra, mais tourner vers l'est, puis vers le sud-est, et c'est le long de cette ligne transversale que doit se faire le raccord entre les contours de l'atterrissement sur les deux plateaux.

On peut se convaincre que le bas-fond d'Hassi el Hadjar, sur la rive gauche de l'Oued Mya, est situé, non d'une manière quelconque, mais au pied de la falaise crétacée, prolongée et enfouie sous les alluvions. Au nord de cette ligne, l'atterrissement, qui n'a que 20 à 30^{m} au-dessus de la plaine crétacée de Berkan, croît brusquement de puissance : à Ouargla, en ajoutant la hauteur de la falaise quaternaire qui domine la sebkha, à la profondeur des puits creusés dans l'oasis, on obtient 120 mètres pour le Quaternaire, chiffre inférieur à son épaisseur totale.

Il me reste à mentionner dans le nord du Sahara algérien un îlot de terrain crétacé, que M. Tissot, dans une exploration de la région située entre Dzioua et l'Oued Djeddi, qui appartient sans doute à la Craie supérieure, et dont il a bien voulu me communiquer le contour au nord et à l'est. Les silex sont abondants, par exemple du côté d'El Mengoub. Le terrain crétacé de Dzioua ne se relie pas à celui du Mzab, et en est séparé par le prolongement oriental de la région quaternaire des daya.

Résumé. — La coupe générale de la Craie du Sahara algérien comprend, de bas en haut : des marnes avec gypse interstratifié, calcaires et grès subordonnés (plus de 200 mètres); un massif continu de calcaires (100 mètres); de nouveau, des marnes gypseuses (50 mètres), et un massif calcaire avec silex (plus de 100 mètres). D'où deux plateaux calcaires étagés couronnant deux séries d'escarpements marneux.

L'étage inférieur s'est montré très fossilifère dans la région d'El Golea. Il appartient à la Craie moyenne, dont la faune présente une correspondance frappante dans l'Atlas et au sud du Sahara algérien, à 500 kilomètres de distance. Le sous-étage marneux est cénomanien ; le sous-étage calcaire est turonien. L'étage supérieur ne m'a pas offert de fossile caractéristique, mais il peut, ainsi que je vais dire, être suivi jusqu'en Tripolitaine, où il est constitué la Craie supérieure.

Le plateau inférieur règne seul au nord, dans la Chebka du Mzab et de Methlili, et se termine à l'ouest par la grande falaise d'El Loua (altitude de la crête, plus de 700^{m}).

Les deux étages se voient dans le sud ; leurs limites, d'abord ébréchées ou masquées par les dunes, donnent lieu dans la région d'El Golea (oasis, 383 mètres) à deux falaises concentriques.

Ces plateaux fournissent un nouvel exemple de ce fait général, mis en lumière par M. Daubrée : que de très faibles déformations suffisent pour produire de nombreuses fissures, failles et cassures diverses. Malgré leur apparente horizontalité, les couches crétacées du Sahara ont subi des ploiements à grandes courbures, et elles sont traversées par un système réticulé de cassures sans rejet ou diaclases, généralement verticales. Grâce à la surface nue et polie des *hamada*, ces diaclases sont visibles sur toute leur longueur. Ce sont elles qui ont guidé et facilité l'érosion des vallées coudées et en zigzag des *Chebka*. C'est à elles qu'est dû l'état fragmentaire et ruiné des corniches calcaires qui couronnent les escarpements crétacés du désert.

SECONDE PARTIE

SAHARA SEPTENTRIONAL

La géologie du Sahara algérien donne la clef de la géologie du Sahara septententrional. Connaissant la Craie du Sahara algérien et ses relations avec le relief, j'ai entrepris de coordonner les découvertes faites çà et là dans le Sahara septentrional par les voyageurs géologues, et d'interpréter les renseignements donnés par d'autres.

L'exposé qui suit va d'El Golea à In Salah, Hassi el Meseguem, Timassinin, Ohanet, jusqu'en Tripolitaine, faisant ainsi le tour de la grande cuvette de l'Oued Rir' et du Chott Melrir ; il se termine par un aperçu vers l'Ouest jusqu'à l'océan Atlantique et vers l'est jusqu'à la mer Rouge.

§ **1. — El Golea. — In Salah. Hassi el Meseggueum. —** Nous avons vu que les deux étages crétacés du Sahara algérien forment à l'Est d'El Golea deux falaises nord-sud de 70 à 80 mètres Elles tournent ensuite vers le sud-ouest, de sorte qu'on les gravit également l'une après l'autre, quand on quitte El Golea pour le sud. Mais la saillie du gradin inférieur diminue progressivement de ce côté. Le gradin supérieur, au contraire, conserve toute son importance et constitue une ligne de relief qui frappe bien davantage le voyageur : elle seule est figurée sur l'itinéraire de M. Soleillet entre el Golea et In Salah (1874).

Le plateau supérieur se poursuit vers le sud ; il prend plus loin le nom de Tademayt ; il se termine vis-à-vis d'In Salah par un escarpement regardant le sud, appelé Djebel Tidikelt. La hamada est profondément entaillée par le réseau des vallées de tête de l'Oued Mya ; l'escarpement limite lui-même est fortement déchiqueté. Cette région est donc accidentée, mais ne ressemble pas à un massif montagneux, tel que le représentent les anciennes cartes ; elle est accidentée à la manière des chebka crétacées, et son système orographique est simple.

Telle était mon opinion à la suite de notre pointe au Guern el Chouff et d'après les renseignements indigènes que j'avais recueillis. Je l'ai consignée en quelques mots à mon retour dans une note à l'Académie des Sciences (1).

Cependant M. Pomel, dont l'autorité sur les questions de géologie saharienne est si grande, et dont l'ouvrage sur le Sahara peut être appelé le guide du géologue au désert, pensait que le terrain changeait de nature entre El Golea et In Salah. Des indigènes auxquels il avait montré d'une main le calcaire crétacé blanchâtre des hamada algériennes et de l'autre le grès dévonien noir des plateaux Touareg, avaient désigné le grès noir comme constituant le sol de ce côté.

Il n'en est rien, et la seconde mission Flatters a tranché la question. Son itinéraire traverse la partie orientale du plateau de Tademayt. Dans une lettre qu'il m'adressait d'Hassi el Mesegguem, mon malheureux camarade Roche décrit ce plateau qui est crétacé, ainsi que nous le pensions. Les silex y abondent et, par places, couvrent le sol : c'est là, ai-je dit, un caractère du plateau supérieur. Ce sont ces silex que les indigènes interrogés par M. Pomel, auront confondus, à cause de leur couleur avec le grès dévonien, également noir des Touareg.

Le meilleur document sur l'orographie de la région qui sépare El Golea d'In Salah m'a semblé être la carte par renseignements dressée par M. le capitaine Parisot (1873) (2). C'est cette carte, avec quelques modifications du côté oriental d'après les récents résultats de la deuxième mission Flatters, et vers le sud-ouest d'après certaines indications puisées dans Rholfs (1864), qui m'a servi pour la partie correspondante de la planche XIII.

On voit avec quelle netteté se détachent ici les deux plateaux superposés et leurs falaises limites, lesquelles décrivent deux courbes concentriques et convexes vers l'ouest. Le pied de l'escarpement extérieur est longé par une zone d'alluvion en pente faible vers le sud : c'est l'Oued Meguiden. L'escarpement intérieur est couronné par le plateau qu'entaillent l'Oued Mya et ses tributaires.

---

(1) G. Rolland. — *Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional* (*Comptes rendus Ac. des Sc.*, 8 juin 1880).

(2) A. V. Parisot. — *Bull. Soc. Géog*, février 1880.

La falaise extérieure est relativement moins haute et moins continue, surtout à partir de son tournant vers l'est. Vis-à-vis des oasis du Tidikelt et d'In Salah, elle offre de larges brèches, mais quelques témoins la jalonnent encore de distance en distance. Le plateau inférieur est alors presque entièrement dénudé ou recouvert par les alluvions ; son emplacement est sillonné du nord au sud par une série de ravinements qui prennent naissance à des sources situées au pied de la falaise intérieure.

La falaise intérieure forme, au contraire, une ligne de relief saillante et continue, le Djebel Samani à l'ouest et le Djebel Tidikelt au sud. Elle présente des échancrures dans le prolongement des oued du plateau supérieur, et c'est par ces cols que passent les chemins de caravane allant d'El Golea et de Ouargla à In Salah et au Tidikelt.

D'après Rohlfs, le point le plus élevé du Djebel Tidikelt vis-à-vis d'In Salah, est le Hank el Meheri, au nord-ouest (il ne serait élevé que de 60 mètres au-dessus de la sebkha). Le voyageur dit explicitement (1) que cette falaise forme une ligne continue qui limite au sud le plateau de Tademayt, se prolonge ensuite vers le nord-est en augmentant beaucoup de hauteur, et prend à une certaine distance d'In Salah le nom de Djebel Tademayt.

L'itinéraire de Rohlfs entre In Salah et Ghadamès suit le pied méridional de l'escarpement. Il traverse une série d'oued en pente vers le sud et allant à l'Oued Massin. A mi-chemin, il est question d'une hamada en calcaire poli. Plus loin, on a sur sa route une série de petits monticules dirigés vers le nord-est (ce seraient des témoins de Craie moyenne, jalonnant le bord du plateau inférieur, plus ou moins dénudé). L'amorce de cette ligne de monticules est indiquée sur la carte de la seconde mission Flatters.

Voulant explorer une région nouvelle, le colonel Flatters suivit d'abord une direction intermédiaire entre les itinéraires de sa première mission d'Ouargla à El Biodh et l'itinéraire de notre mission de Ouargla à El Golea. Il remonta vers le sud-ouest l'Oued Mya jusqu'à Hassi Inifel : M. Roche vérifia que le contact du Quaternaire et du Crétacé se trouvait bien à Kechaba, où je l'avais fait passer. A partir d'Hassi Inifel, la mission suivit un important affluent de l'oued Mya, l'Oued Insokki, qui vient du sud, et le remonta jusqu'à Hassi Insokki. Plus haut, l'Oued Insokki vient du sud-ouest ; il se poursuit, toujours entaillé dans le plateau supérieur, jusqu'à la falaise limite, franchit le Djebel Tidikelt par une brèche, et, tournant vers l'ouest se confond avec le cordon alluvionnaire qui généralement longe le pied de la falaise supérieure. D'Hassi Insokki, le colonel se rabattit vers le sud-est, traversant la partie orientale du plateau de Tademayt, jusqu'à Hassi el Mesegguem. — Le plateau, fortement raviné, se termine par une falaise devant la plaine de ce nom. La hamada est calcaire, avec silex noirs. Les escarpements sont marneux.

---

(1) G. Rohlfs. — *Von Maroc zum Tripoli, bei In Calah und Ghadamès.* — 1864.

Ainsi le terrain crétacé forme un grand promontoire qui, à partir de la ligne El Golea-Hassi el Meseggurm, s'avance vers le S. 30° O. jusqu'à In Salah. Ce promontoire n'est autre que le bassin du haut Oued Mya, lequel est dessiné par une grande ondulation des couches crétacées, ondulation concave dont l'axe est incliné vers E. 60° N. environ. La direction des couches, lesquelles au sud d'El Golea, plongent au sud-est, tournent graduellement de plus de 90°, de manière que dans la partie orientale du Tademayt, le plongement a lieu au nord-nord-est.

§ 2. — Hassi el Meseggucm. — Timassinin. — Ohanet. — La plaine quaternaire de Meseggucm est comprise entre l'escarpement limite du plateau de Tademayt, haut de 40 à 50 mètres, au nord et au nord-ouest, et l'escarpement limite du plateau de Tinghert, haut de 60 mètres environ, à l'est et au sud-est. Ces deux escarpements se font face et se correspondent.

La partie occidentale du plateau de Tinghert, traversée par la suite du deuxième itinéraire Flatters, est légèrement ravinée par l'Oued Hadjadj et ses affluents. Ce sont toujours les mêmes calcaires avec silex qui forment le plateau supérieur; des gour superposés indiquent peut-être ici des niveaux un peu plus élevés. Les calcaires recouvrent comme d'habitude les marnes gypseuses, qui apparaissent sur les flancs des falaises et des oued. Une première falaise limite le haut plateau, et à ses pieds s'étend le bas plateau, lequel se termine également par une seconde falaise de 35 à 40 mètres dominant la plaine alluvionnaire de l'Oued Iraouen. Le bas plateau est en calcaire dolomitique blanc ou gris ; il est surmonté de quelques gour ; on rencontre des Ammonites à sa surface : il est semblable au plateau turonien des gour Ouargla. La seconde falaise est marno-gypseuse et offre des fossiles, parmi lesquels M. Roche a cru reconnaître l'*Heterodiadema Libycum :* elle est cénomanienne et se trouve au même niveau géologique que la falaise d'El Golea.

On voit que le plateau de Tinghert, entre Hassi el Meseggucm et Timassinin dessine un promontoire crétacé vers le sud, limité au sud-ouest par la plaine quaternaire de l'Oued Massin, en pente vers l'Oued Touat à l'ouest, et au sud-est par la plaine de l'Oued Irarouen en pente vers l'Oued Igharghar au nord-est. Ce promontoire est formé par une ondulation concave des couches crétacées, avec thalweg vers le nord-est. La direction des couches, qui dans la partie occidentale du plateau plongent vers l'est, tourne graduellement de près de 90 degrés, de manière que près d'El Biodh, le pendage a lieu vers le nord. Le plateau supérieur est découpé par l'Oued ben Abbou, l'Oued el Hadjadj, et leurs affluents. Le pied de la falaise supérieure est longé par les alluvions le Oued Malah.

C'est la reproduction, à une échelle plus petite et avec une moindre régularité, du promontoire de l'Oued Mya. Entre ces deux promontoires, la dénudation a pénétré davantage et donné lieu à un golfe quaternaire, de part et d'autre duquel n'apparaît plus que la falaise supérieure. Même disposition plus loin vers l'est. Le confluent de l'Oued Iraouen et de l'Oued Igharghar correspond à un autre rentrant de la bordure crétacée. L'itinéraire de retour de la première mission Flatters, par l'Oued Igharghar, n'a rencontré qu'une falaise, celle de l'étage supérieur. Mais l'itinéraire d'aller avait descendu, d'El Biodh vers Timassinin, les deux gradins déjà plusieurs fois signalés.

M. Roche a décrit (1) les deux hamada, de 40 à 50 kilomètres chacune, suivies de deux escarpements, le premier de 80 mètres, dont 10 mètres calcaires au-dessus de marnes un peu gypseuses, le second de 100 mètres, composé d'une corniche calcaire de 20 mètres, surmontant des marnes avec couches de gypse cristallisé. Il a trouvé, dans les calcaires qui couronnent l'escarpement inférieur, l'*O. flabellata* (abondante), l'*O. columba*, l'*O. Coquandi,* l'*O. Baylei*, l'*Hemiaster Batnensis*, l'*Heterodiadema libycum* et la *Janira æquicostata :* cet escarpement est donc cénomanien, et correspond complètement à la falaise d'El Golea. L'escarpement supérieur n'a présenté aucun fossile, et M. Roche l'avait attribué au Turonien; pour ma part, je crois plutôt que le Turonien est représenté, ici de même qu'à l'est d'El Golea, par une série de bancs calcaires affleurant sur le plateau intermédiaire sans donner lieu à aucun relief. Quant à la falaise supérieure, elle doit être sénonienne.

D'ailleurs, parmi les fossiles que Bou Derba a recueillis, en 1859, auprès de Timassinin même, se trouvent l'*O. vesicularis*, l'*O. Matheroni* et le *Micraster Leskei* ; ces fossiles indiquent la Craie supérieure et même le haut de cet étage. Ils proviennent sans doute de la falaise ou du plateau supérieurs.

---

(1) J. Roche, *Comptes rendus,* 20 novembre 1880.

Avant de quitter cette région, j'y signalerai l'allure de l'Oued Igharghar, conforme du reste à ce que nous avons vu précédemment. Cet oued, qui vient du sud, va droit à la falaise transversale, que l'étage supérieur forme au fond du rentrant. Puis il tourne à angle droit et longe le pied de la falaise vers l'est; ici il entaille le plateau inférieur, de sorte qu'il est encaissé entre deux berges inégales. Puis, il tourne de nouveau à angle droit vers le nord, et passe par une brèche de la haute berge de gauche; il continue ensuite vers le nord, la hauteur de ses berges diminuant graduellement jusqu'à devenir nulle. Il passe alors sur le plateau et se poursuit vers Touggourt avec un thalweg presque insensible à l'œil.

De Timassinin à Ohanet, sur deux degrés environ de longitude, la carte de M. Duveyrier indique nettement deux lignes de relief; elles sont rapprochées, mais distinctes. Elles forment ensuite un rentrant vers le nord, ou plutôt deux rentrants l'un dans l'autre. Au pied de la falaise supérieure se trouve la dépression de Tahala, entourée de hautes berges à pic, par laquelle est passé le voyageur (1) venant de Ghadamès (1860). La dépression d'Ohanet est au pied de la falaise inférieure. De Tahala à Ohanet, M. Duveyrier a suivi le plateau inférieur, qui plonge vers le nord, et le ravin d'Ahedjren, qui le découpe et s'écoule vers le sud. Chemin faisant, il a ramassé, parmi les pierres parsemées à la surface, de nombreux fragments d'Ammonites en calcaire blanc jaunâtre, compact, légèrement saccharoïde : ce doit être le niveau des Ammonites turoniennes de Laghouat, d'El Golea, etc. Puis, sur le flanc des hauteurs qui bordent la route à l'est, il a recueilli, dans un calcaire blanc et subcrayeux, plusieurs échantillons d'une *Ostrea*, qui a été rapportée à l'*O. columba*, mais que M. Péron suppose être plutôt l'*O. Mermeti*, laquelle se trouve à El Golea au même niveau.

Il semble qu'à partir de Ohanet les deux escarpements se rejoignent, et que les deux plateaux dès lors entièrement superposés, ne ne soient plus limités que par une seule grande falaise, double pour ainsi dire, au pied de laquelle la Craie moyenne ne tracerait plus qu'un liséré. Cette grande falaise se poursuit vers l'est, et nous la retrouverons formant le rebord méridional de la Hamada el Homra.

Au sud de la lisière méridionale du Crétacé, s'étend dans cette région une zone de dénudation est-ouest, en grande partie recouverte par le groupe des dunes d'Edeyen. Entre la falaise au nord et les dunes au sud, se trouve une dépression allongée, un fourreau, qui, d'Ohanet à Timassinin, s'appelle Oued el Djoua : même disposition et même nom qu'au sud-est d'El Golea.

(1) H. Duveyrier. *Les Touaregs du Nord.*

Je mentionnerai encore un lambeau crétacé, constaté par M. Duveyrier, plus au sud, à Serdelès, près de Ghat.

§ 3. — **La Tripolitaine.** — Si l'on reprend l'itinéraire de M. Duveyrier à la dépression de Talala, et qu'on le suive à rebours vers Ghadamès au nord-est, on traverse un plateau plongeant dans le même sens, assez raviné, supportant çà et là des gour.

Ghadamès (350 ^{m}), ses environs et la région intermédiaire entre Ghadamès et Tripoli ont été explorés en 1863 par Vatonne (1). Toute cette région est constituée « par le terrain de la Craie blanche, caractérisé par l'*O. Overwegi* et l'*Inoceramus impressus.* »

M.Coquand a eu en sa possession les fossiles recueillis par Vatonne, sur lesquels il a bien voulu me communiquer les renseignements suivants : « J'ai pu constater, dit-il, outre un certain nombre d'espèces rothomagiennes, la présence dans cette région de l'*Heterodiadema libycum*, échinoderme essentiellement carentonien, de l'*O. Boucheroni*, espèce santonienne, des *Ostrea vesicularis*, *larva*, *ostracina*, déjà signalées en 1852, par de Buch dans le Sahara tripolitain (expédition d'Overweg), indiquées à nouveau dans ma Monographie du genre *Ostrea*, 1869, espèces dévoilant dans cette partie du Sahara l'existence de la Craie supérieure (étage campanien), et enfin de l'*Ostrea Overwegi*, de Buch (non Coquand), recueillie pour la première fois par Overweg, rapportée plus tard de Ghadamès par Vatonne, par moi de l'Aurès et tout récemment du désert libyque par M. Zittel : or, l'*O. Overwegi* est logée dans la partie la plus élevée de la Craie, qui correspond à mon étage dordonien, et se retrouve à Saint-Mametz (Dordogne). »

Je ne sais où Vatonne a recueilli l'*Heterodiadema libycum*, et d'après ce qui suit, je suppose que c'est en quittant Tripoli, à la montée du Djebel Jefran, à la base duquel se trouve, en effet, un liséré de Craie moyenne. Mais, d'après les découvertes de Vatonne lui-même, le plateau, entre Tripoli et Ghadamès, semble appartenir aux niveaux élevés de la Craie supérieure. Aux environs de Ghadamès, il est formé par des couches de calcaires dolomitiques blanchâtres, pétris d'Inocérames, avec intercalation de bancs de gypse; il est parsemé de gour superposés, couronnés par des plates-formes noires, en dolomies quartzeuses et quartzites, quelquefois avec noyaux de silex noirs et géodes de calcite, où l'on trouve également de nombreux Inocérames : ces Inocérames se rapportent surtout à l'*I. Cripsi.*

La même nature de terrain a été constatée par Vatonne au nord-est vers Tripoli, et au nord-ouest vers El Oued. De ce côté, les grandes dunes de l'Erg oriental reposent directement sur le Crétacé, que les sables laissent voir çà et là jusqu'auprès de Berresof. Le puits de ce nom est creusé dans le Quaternaire, mais, à peu de distance à l'est, le Crétacé apparaît. Celui-ci semble former, sur une grande partie du trajet de Ghadamès à Berresof, et de Ghadamès à Ouargla, des pointements au travers de l'atterrissement quaternaire.

---

(1) F. Vatonne. Mission de Ghadamès.

De même, d'après M. Pomel (1), « on peut dire d'une façon générale, que dans tout le sud de la Tunisie, au sud du parallèle de Sfax, tous les reliefs sont des îlots plus ou moins vastes de cette formation », — la Craie à Inocérames et les niveaux voisins, — « dans une mer de terrain quaternaire diluvien. »

La même formation géologique est développée dans la Tripolitaine sur plus de 2.000 myriamètres carrés.

Les reliefs du sud de la province de l'Arad (Gabès) se rattachent directement au Djebel Douirat, puis au Djebel Nefousa, grandes lignes de falaises, hérissées de pitons et fortement ravinées, limitant le vaste plateau qui s'incline au sud-ouest vers le Souf et Ghadamès, dominant le littoral et dessinant un arc de cercle, concave vers le nord-est, de Gabès à Tripoli. Au sud même de Tripoli, le Djebel Nefousa se termine par le Djebel Gharian, grand promontoire abrupt et dentelé, à la pointe septentrionale duquel se dresse le mont volcanique du Tekout. Vers l'ouest et côte à côte avec le Djebel Gharian, se trouve le Djebel Jefran successivement visité par Overweg et Vatonne; entre autres fossiles, Overweg (2) y a recueilli, dans un calcaire, au-dessus des marnes et gypses inférieurs, la *Trigonia sinuata*, qui dénote le Cénomanien; il y a trouvé, de plus, des Rudistes qui semblent indiquer le Turonien. La Craie moyenne se trouve donc sur le flanc de cette grande falaise, la partie supérieure et le plateau appartenant à la Craie supérieure.

Quand on examine les cartes des itinéraires de Rohlfs (1865) (3) et de Nachtigal (1869) (4), auxquelles est empruntée toute la partie orientale de la planche XIII, on reconnait qu'à partir du Djebel Gharian, la grande falaise se dédouble : sa tranche supérieure tourne au sud, tandis que sa tranche inférieure continue vers le nord-est. La première limite à l'est le haut plateau dont je viens de parler, mais elle domine elle-même un plateau intermédiaire. La seconde limite ce plateau intermédiaire, au nord-ouest, depuis le Djebel Gharian jusqu'à la mer près de Lebda, et domine la plaine du littoral de Tripoli, qu'elle achève de fermer. Cette seconde falaise s'appelle le Djebel Tarhona; elle est calcaire et marneuse. Overweg y a recueilli l'*O. conica*, cénomanienne. Ainsi la Craie supérieure forme le haut plateau; la Craie moyenne forme le bas plateau, ou, quand les deux plateaux se superposent, trace un liséré au bas de la falaise commune : c'est toujours la même disposition.

---

(1) A. Pomel. *Association française pour l'avancement des sciences* 1877.

(2) Beyrich. — *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 1852.

(3) G. Rohlfs. — Quer durch Afrika. Reise von Mittel meer nach dem Tschad-see und zu Golf von Guinea.

(4) G. Nachtigal. — Sahara und Sudan. — Ergebnisse sechs jahriger reisen in Afrika.

La falaise supérieure se poursuit vers le sud sur quatre degrés de latitude au travers de la Tripolitaine, dont elle forme la principale ligne de relief. L'altitude du haut plateau près de cette crête saillante décroît, du nord au sud, de 913 m à 591 m. La crête est fort dentelée, et l'escarpement déchiqueté par un réseau de ravins, dirigés vers l'est, lesquels se groupent et forment une série de vallées entaillant le bas plateau.

En quittant Tripoli (1850), Barth, Richardson et Overweg ont suivi ce rebord sinueux sur 2 degrés environ en latitude. Les flancs des escarpements et des gour offrent des alternatives de calcaires et de marnes, des gypses, des argiles, rarement des grès. Des fossiles y ont été recueillis au sud de Misda: ils indiquent les niveaux supérieurs de la Craie. Dans l'Oued Tagiascha, Overweg a recueilli, à mi-hauteur des berges de la vallée, l'*Inoceramus impressus*, l'*Inoceramus Cripsi ?;* dans l'Oued Semsem, il a découvert, en compagnie de l'*O. larva*, une *Ostrea* nouvelle, qui couvrait le sol: c'est l'*O. Overwegi*.

Arrivés auprès de Ghabia el Gharbia, les voyageurs sont montés sur le haut plateau qui s'avance davantage vers l'est : là commence la Hamada el Homra proprement dite, limitée au nord par une ligne de relief est-ouest, qui marque la démarcation de la région septentrionale, inégale et accidentée, du haut plateau, et de la région méridionale absolument plate et unie, sauf quelques lignes de gour superposés. L'itinéraire de Barth traverse de part en part la Hamada el Homra dans sa partie orientale. Le sol est calcaire, poli, blanc ou rougeâtre, avec silex jaunâtres; toute cette région est renommée, même au désert, pour son aridité.

M. Busetil, qui a également parcouru la Hamada el Homra, y a trouvé l'*Ostrea larva*, une *Ostrea* nouvelle du groupe de l'*O. frons*, des baguettes d'oursins, qui devaient être énormes, et enfin des coquilles univalves indéterminables. C'est toujours la Craie supérieure. Overweg dit explicitement qu'il n'a pas vu de terrain nummulitique dans ces parages.

La Hamada el Homra se termine au sud par une falaise qui décrit un grand arc concave vers le sud, dirigé de l'est à l'ouest, et se raccordant à l'ouest avec la falaise d'Ohanet. De même que du côté de Timassinin, le rebord méridional du Crétacé domine une zone de dénudation et fait face à de grandes dunes, qui appartiennent encore au groupe d'Edeyen. Ici le couloir interposé entre la falaise au nord et les dunes au sud, s'appelle Oued Haeran; Overweg l'a traversé au puits d'El Hassi. En descendant le rebord méridional de la hamada, il a constaté à la base la présence de grès dévoniens, avec *Spirifer Bouchardi*, *Terebratula Daleidensis*, *Terebratula longinqua*, sur lesquels repose directement le Crétacé.

Cependant la falaise qui limite le haut plateau à l'est, se continue vers le sud, limitant également la Hamada el Homra. L'itinéraire de Rohlfs (1865) suit ce prolongement, qui devient moins net, surtout aux abords du massif volcanique de la Soda.

Le plateau inférieur, lequel se termine au nord par le Djebel Tarhouna, et semble s'étendre presque jusqu'à la mer à l'est de Lebda, appartient sans doute à la Craie moyenne; son sol est calcaire, d'après M. Duveyrier, qui l'a traversé en revenant de Mourzouk. La plaine est barrée transversalement vers le sud par une chaîne montagneuse, qui s'élève brusquement et s'allonge de l'ouest à l'est : c'est un massif volcanique, se divisant en deux groupes qui se font suite, le Djebel es Soda à l'ouest, dont l'extrémité occidentale est à peu près sur le méridien de Tripoli, le Haroudj el Assoued à l'est, lequel est continué vers l'est par d'autres chaînes semblables. Il résulte de la description de M. Duveyrier que cette chaîne volcanique se trouve isolée au milieu d'une plaine calcaire, et que son éruption n'a guère modifié l'horizontalité des couches.

Au sud, les faits sont de moins en moins nets. Le plateau crétacé paraît former une bande assez étroite, dont les cartes esquissent le rebord méridional; celui-ci se relierait à l'ouest à la falaise de l'Oued Haeran, et à l'est constituerait la ligne de relief appelée Haroudj el Abiod (*el Abiod*, le blanc) : cette désignation s'applique bien au bord d'un plateau calcaire, et fait opposition au nom d'Haroudj el Assouet (*el Assouet*, le noir) donné au massif volcanique situé non loin au nord.

Les deux Haroudj ont été visités au siècle dernier par Hornemann. « Dans les roches blanches et calcaires de cette contrée, dit-il, on trouve des squelettes entiers de gros animaux marins pétrifiés, des têtes de poisson qu'un homme pourrait à peine porter, des coquillages, des conques variées et en grand nombre. »

§ 4. — **La cuvette de Melrir.** — Nous avons étudié le terrain crétacé du Sahara septentrional du 35e degré de latitude au 27e, du 1er degré de longitude ouest au 13e degré est. Après avoir examiné la lisière méridionale de l'Atlas, nous avons passé successivement en revue les plateaux du Mzab et d'El Golea, de Tademayt, de Tinghert, de la Hamada el Homra, du Djebel Nefousa. Nous avons suivi ainsi la ceinture crétacée qui entoure le bassin quaternaire du Chott Melrir, et embrassé une surface aussi grande que la France entière. Sur toute cette étendue, nous avons vu que les mêmes étages avaient des compositions minéralogiques sensiblement constantes, et que les relations des étages géologiques avec les étages orographiques étaient aussi simples que dans le Sahara algérien.

De l'exposé qui précède, il résulte évidemment que le terrain crétacé forme au sud des provinces de Constantine et de Tunisie une grande cuvette, laquelle a donné lieu à un bassin fermé dont les principaux thalwegs sont l'Oued Mya, l'Oued Igharghar, la série des basfonds de Ouargla et de l'Oued Rir', et dont le Chott Melrir occupe le point le plus bas. Nous pouvons maintenant envisager l'ensemble de cette cuvette.

Son bord extérieur a été tracé avec une grande netteté par la nature. En gros, il dessine un vaste quadrilatère.

A l'ouest, une ligne nord-sud de 7 degrés en latitude, à partir de laquelle les couches plongent à l'est, va des environs de Laghouat (altitude d'environ 800m) en s'abaissant vers El Golea (altitude d'environ 450m à la crête), et se poursuit jusqu'à In Salah (altitude probable du point culminant du Djebel Tidikelt, 400m).

Au sud, une ligne ouest-est, de 13 degrés en longitude, à partir de laquelle les couches plongent au nord, va en festonnant, mais sans guère varier de niveau, d'In Salah à Timassinin, et au delà, s'élevant légèrement vers l'extrémité occidentale du Djebel es Soda (altitude du point culminant de la Hamada el Homra, près de 600m).

A l'est, une ligne sud-nord, de 4 degrés en longitude, à partir de laquelle les couches sont d'abord horizontales, puis plongent à l'est, s'élève doucement vers Tripoli (altitude maxima, environ 900m).

Au nord, le bord de la cuvette est plus complexe. Au nord-est, une ligne à partir de laquelle les couches plongent au sud-ouest, va s'abaissant, de Tripoli à Gabès, où le bord ébréché se trouve presque au niveau de la mer. Puis, c'est de l'est à l'ouest la lisière méridionale de l'Atlas, qui va, s'élevant vers le nord-ouest, de Gabès à Biskra (123m), puis vers le sud-ouest, de Biskra à Laghouat (795m), lisière abrupte, le long de laquelle les couches, dirigées du sud-ouest au nord-est, suivant la direction qui préside systématiquement aux plissements de l'Atlas, plongent sous des angles très forts, dans le Sahara, de manière à fermer la cuvette.

Cette cuvette se dédouble, et comprend en réalité deux cuvettes emboîtées l'une dans l'autre et formées respectivement par la Craie moyenne et la Craie supérieure.

Les deux épaisseurs se recouvrent généralement. Cependant, au sud et à l'ouest, la cuvette inférieure s'avance autour de la cuvette supérieure, et l'entoure d'une zone annulaire : les tranches des deux cuvettes dessinent alors en plan deux contours concentriques, et donnent lieu en relief à deux falaises étagées, double rempart naturel qu'il faut franchir pour pénétrer dans le bassin ; une dépression étroite, occupée par un cordon d'alluvions, longe le pied de la falaise intérieure. De vastes plaines quaternaires s'étalent tout autour de la falaise extérieure.

Çà et là, quelques brèches ouvrent le bassin. A l'ouest, l'Oued Ter'ir et autres vallées de la chebka du sud d'El Hassi, mettent en communication l'Oued Ze'rgoun et les autres vallées qui descendent suivant la même direction du pied de l'Atlas oranais, avec l'Oued Mya et l'Oued Rir'. Au sud, une trouée relie, près de Timassinin, le haut Igharghar qui descend du Ahaggar, et le bas Igharghar, en pente vers Touggourt et l'Oued Rir'. A l'est, le Chott Djerid occupe l'ouverture d'une boutonnière crétacée, et le seuil de Gabès lui-même est quaternaire.

Au nord du Sahara algérien, l'étage supérieur a disparu, et le plateau du Mzab et de Methlili est formé par l'étage inférieur. On est ici sur le versant oriental d'un bombement, dont le versant occidental se poursuit sous les atterrissements vers l'ouest, de manière à se relier souterrainement aux derniers contreforts de l'Atlas orano-marocain.

§ 5. — A l'ouest vers l'océan Atlantique et à l'est vers la mer Rouge. — De part et d'autre de la cuvette du Melrir, le terrain crétacé se prolonge au loin à travers le Sahara septentrional ; mais les renseignements ne sont généralement plus suffisants pour être traduits en carte géologique.

A l'ouest, le Sahara orano-marocain est une des régions les plus inhospitalières du désert, une des moins connues.

A l'ouest de Figuig, la Craie a été constatée dans l'Atlas à Aïn Chaïr. Elle n'est pas limitée au pied méridional de la montagne, et sa présence a été démontrée dans le Sahara, sur les bords de l'Oued Guir : à Kheneg ben Nouna, lieu situé à une journée au sud de Djorf et Torba, le docteur de la colonne de Wimpfen (1870) a trouvé sur le flanc même de la vallée du Guir, le Cénomanien, caractérisé par le

Rhabdocidaris Pouyannei, reposant directement sur le Dévonien avec *Rhodocrinus verus*.

Peut-être est-ce la Craie qui constitue les hamada de cette région (planche XIII). M. Pomel (1) est porté à croire qu'elle se poursuit vers l'ouest jusqu'au bassin du Drah, et même jusqu'à l'océan Atlantique; il suppose que ce terrain « entre dans la constitution du pays accidenté, qui porte également le nom si caractéristique de Chebka, entre cet Oued Drah et l'Oued Noun. »

Le voyage de M. O. Lenz, du Maroc au Sénégal par Timbouktou (1879-1880) fixera sans doute sur la géologie de l'Atlas et du Sahara à l'extrémité occidentale du Maroc. Des quelques renseignements communiqués récemment par cet explorateur à la Société de Géographie de Paris, il résulte que l'Atlas, entre Imityanout et Emnislah comprendrait des calcaires tertiaires, des grès triasiques, des schistes argileux avec minerais de fer; que la ramification montagneuse, au sud de Taroudant appartient principalement aux terrains paléozoïques; qu'au delà règnent des hamada, et que la hamada de Tendouf, entre l'Oued Drah et les grandes dunes d'Iguidi, est dévonienne.

A l'est de la cuvette du Melrir, on sait, à n'en pouvoir douter, que le Crétacé se prolonge au travers de la Tripolitaine orientale et du désert de Libye.

La partie orientale du désert libyque, près du Nil, et le désert arabique, entre le Nil et la mer Rouge, ont été explorés récemment par M. Zittel (2), dont les travaux projettent le plus grand jour sur l'extension en Egypte de la Craie moyenne et de la Craie supérieure d'Algérie.

Les mêmes formations se poursuivent, ainsi que l'a montré M. L. Lartet (3) en Arabie Pétrée, en Palestine et en Syrie.

Les étages moyen et supérieur de la Craie se retrouvent donc tout le long de la Méditerranée. Le faciès propre et uniforme de leurs faunes prouve bien qu'on est en présence d'un ensemble de sédiments déposés dans un bassin distinct. C'est ce faciès que MM. Cotteau, Péron et Gauthier ont appelé *méditerraneen*.

---

(1) A. Pomel. — *Le Sahara*, 1872.

(2) K. Zittel. — *Académie des Sciences de Munich*, 20 mars 1880.

(3) L. Lartet. — Exploration géologique de la mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée.

Au sujet de l'étude de M. **A. Jeanjean** *sur l'***Oxfordien supérieur,** *le* **Corallien** *et le* **Néocomien inférieur** *dans les* **Cévennes,**

par M. L. **de Sarran d'Allard** (1).

Après avoir lu, à la Séance du 30 août 1879, devant l'Association française pour l'avancement des sciences, réunie en congrès à Montpellier (2), son Mémoire sur le Jurassique supérieur et le Néocomien inférieur des Cévennes, M. Adrien Jeanjean, membre honoraire de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes, invitait les géologues méridionaux à se rendre à Saint-Hippolyte-du-Fort, où il offrait de les conduire à travers les grands massifs calcaires dont la stratigraphie a donné lieu à tant de controverses.

Cet appel a été entendu, et le 24 avril 1880, plusieurs professeurs et étudiants de la faculté de Montpellier, conduits par leur sympathique doyen, M. P. de Rouville, se joignaient chez M. A. Jeanjean, à quelques membres de la Société de Nîmes, dans le but d'étudier le bois de Mounier.

Mais, avant de donner le résultat de cette course géologique, je crois bon de résumer les recherches antérieures de notre directeur d'excursion.

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE DE M. JEANJEAN

Zone de l'Ammonites polyplocus. — Rappelant la classification par E. Dumas, de l'Oxfordien en quatre sous-groupes, M. Jeanjean fait, tout d'abord, observer que :

Le 1^er^ sous-groupe — *Marnes grises.* — correspond au Callovien;

Le 2^e^ sous-groupe — *Calcaires marneux* — est le niveau inférieur de l'Oxfordien et correspond, à la fois, à la zone de l'*Amm. cordatus* et à celle de l'*Am. transversarius*, d'Oppel;

Le 3^e^ sous-groupe — *Calcaires compacts*, — doit être subdivisé en deux horizons bien distincts, celui de l'*Amm. bimammatus* ou des calcaires bleus avec schistes bitumineux subordonnés, et celui de l'*Amm. polyplocus* ou des calcaires grisâtres, plus ou moins épais, riches en fossiles à Banéle, près Saint-Hippolyte; à Coutach, près Sauve; à Thaurac, près Ganges; à Vissec, Blandas et Montdardier.

Les fossiles les plus caratéristiques, sont :

Ammonites polyplocus.
— *compsus.*
— *acanthicus.*

Ammonites unicomptus.
— *plicatilis.*
— *tenuilobatus* (très rare).

---

(1) Note présentée le 21 avril 1881, parvenue en retard au Secrétariat.

(2) Association française pour l'avancement des sciences, 1879.

Ammonites oculatus.
— *Garnieri.*
— *inconditus.*
Aptychus latus.
Rhynchonella lacunosa.
Hinnites velatus.

M. Jeanjean n'a pas rencontré à ce niveau la *Terebratula janitor.*

Zone à Terebratula janitor et Cidaris glandifera. — Au-dessus de ces calcaires vient une puissante assise de calcaires massifs, ruiniformes, gris-clair, confusément stratifiés, dont E. Dumas fit son quatrième sous-groupe oxfordien, — passage au Corallien.

Souvent ces calcaires présentent des rognons siliceux, d'autres fois, ils sont magnésiens, surtout à la partie inférieure. Ces couches dolomitiques sont assez persistantes pour que MM. Coquand et Boutin aient pu y voir un étage distinct, représentant pour eux du vrai Coral-rag.

Depuis longtemps, M. Jeanjean, de même que M. Boutin, avait trouvé dans ces couches le *Cidaris glandifera* et, lorsque, après avoir vainement cherché la zone à *Terebratula janitor* au contact du Néocomien et du calcaire à Dicérates, il eut l'heureuse idée de fouiller ces dalles ruiniformes, réputées sans fossiles, quel ne fut pas son étonnement d'y découvrir les Ammonites, Oursins et Encrines de Stramberg? Restait à découvrir l'espèce qui donne son nom à la zone : cet honneur fut dévolu à M. Faucher, qui rencontra aux environs de Sauve, non pas la *T. diphyoides* qu'il cherchait, mais la *T. janitor.*

Cette découverte, qui remonte à deux ans, amena la reconnaissance de la plupart des fossiles du calvaire de Lémenc :

Belemnites semisulcatus.
— *ensifer.*
Ammonites transitorius.
— *lithographicus.*
— *ptychoïcus.*
— *Stazicii.*
— *Achilles.*
— *caractheis.*
Aptychus imbricatus.
Terebratula Carpathica.
— *janitor.*
Rhynchonella sparsicosta.
— *inconstans.*
— *pinguis.*
Cidaris glandifera.
— *Blumenbachii.*
Apiocrinus Meriani.
Eugeniacrinus Heberti.

Bien que les Céphalopodes se trouvent dans des gisements séparés de ceux des Encrines et des Oursins, ces derniers semblent, d'après l'auteur, occuper une zone supérieure, tandis que la *T. janitor*, les Bélemnites et les Aptychus se trouvent à tous les niveaux.

Les localités fossilifères sont : le Rocal, Florian, les Esplèches, près Sauve; Labric, près Saint-Hippolyte ; Moulés et Cazillac-le-Haut, près de Ganges.

Zone à Terebratula Moravica et Diceras Lucii. — Cette zone qui pétrographiquement, se lie à la zone à *T. janitor* d'une façon souvent insensible, est constituée par des couches d'un calcaire oolithique, compact, blanc ou jaune très clair, souvent crayeux, quelquefois spathique et cristallin, rarement dolomitique. Ces couches se développent sur une hauteur verticale de 150 mètres et forment les massifs du Ran de Banne, de la Séranne et du Bois de Mounier.

Les principaux fossiles signalés par l'auteur, sont :

Belemnites Liourii.
Ammonites Achilles.
Nerinæa Mariæ.
— *Defrancii.*
— *Cæcilia.*
— *Moreana.*
Cardium corallinum.
Natica grandis.
Diceras Lucii.
— *Escheri.*

Diceras Münsteri.
— (nov. sp.)
Terebratula humeralis.
— *carinata.*
Rhynchonella inconstans.
Columnaria sulcata.
Calamophyllia funiculus.
Cladophyllia lævis.
Synastræa arduennensis.

Zone de la *Terebratula diphyoïdes*. — Le terrain crétacé débute, dans la contrée étudiée, par le Néocomien inférieur que l'auteur divise en :

1° Calcaires compacts ou marneux à *T. diphyoïdes*, base du Néocomien ;

2° Marnes grises à *Belemnites latus;*

3° Marnes jaunes à *Belemnites pistilliformis.*

La première zone, la seule dont s'occupe l'auteur, est divisée par lui en quatre assises qui sont, en commençant par le bas :

A. Calcaires compacts à *T. diphyoïdes*, se divisant en nodules polyédriques, avec bancs à *Serpula recta*, devenant marneux dans le haut.

B. Calcaire à pierre de taille de Pompignan et Salles de Gours, en bancs de 0^m,50 à 2^m,00.

C. Calcaires marneux, fissiles, à *Natica Leviathan.*

D. Bancs compacts feuilletés à Fucoïdes de Piégaline.

Tous ces calcaires sont généralement bicolores : gris à l'intérieur, gris-clair ou jaunâtres à la surface.

Leur puissance totale est de 60 mètres. Ils sont riches en fossiles dans les plaines de Ganges, Lacadière (Lacisterne et Ginestous), Saint-Hippolyte, Pompignan et Sauve.

On y trouve :

Belemnites latus.
— *conicus.*
Ammonites semisulcatus.
— *Grasianus.*

Ammonites Privasensis.
— *Calypso.*
— *Berriasensis.*
— *Boissieri.*

Ammonites Malbosi.
— *Astierianus.*
— *Occitanicus.*
— *neocomiensis.*
Aptychus Didayi.
— *Seranonis.*
Natica Leviathan.
Terebratula diphyoïdes.
Terebratala Moutoniana.
— *hippopus.*
— *tamarindus.*
— *Euthymi.*
Rhynchonella contracta.
— *Malbosi.*
Collyrites Malbosi.
Sphenodus Sabaudianus.

Résumé et conclusions. — L'Oxfordien des Cévennes est constitué par les zones suivantes :

1° Zone à *Ammonites cordatus* et *Amm. transversarius ;*

2° Calcaire bleuâtre à *Amm. bimammatus;*

3° Calcaires gris compacts à *Amm. polyplocus.*

α.— La zone à *Amm. polyplocus* y est très développée, et M. Jeanjean, se basant sur certains caractères stratigraphiques, paléontologiques et pétrographiques, et surtout sur sa liaison avec les bancs inférieurs, la place dans l'Argovien supérieur, c'est-à-dire au-dessous du Coralrag le plus inférieur, ainsi que l'admettent MM. Lory, Falsan et Dieulafait, pour le Jura.

β. — Au-dessus de la zone précédente vient un puissant massif de calcaires ruiniformes qui contiennent avec la *Terebratula janitor* et les Céphalopodes de Rogoznick, une faunule d'Encrines et d'Oursins. M. Jeanjean place ce groupe dans le Corallien inférieur, le calcaire à Dicerates représentant, d'après lui, le Corallien supérieur : c'est pour lui le niveau des couches à fossiles tithoniques du Pouzin, de Saint-Simphorien, de Crussol, de Naves et des Vans (Ardèche), et des environs de Montpellier. Il reconnaît que beaucoup de ces fossiles présentent une certaine analogie avec ceux du Néocomien inférieur : tels sont : *Amm. ptychoïchus*, *A. semisulcatus*, *A. Staszicii* et *A. Grasianus*, etc. Mais, ce n'est pas à son avis, une raison suffisante pour ranger ces couches dans le Néocomien, comme l'a fait M. Hébert, d'après l'étude de contrées où, le faciès coralligène faisant défaut, la zone à *Tereb. janitor* se trouve intercalée, comme dans l'Ardèche, entre les calcaires à *Amm. polyplocus* et les bancs à *Tereb. diphyoïdes.*

D'ailleurs, fait remarquer M. Jeanjean, si la zone à *T. janitor* appartient au Néocomien, aussi inférieur que l'on voudra, à quel étage de ce même Néocomien rapporter et le calcaire à Dicérates que l'auteur déclare stratigraphiquement supérieur à la zone en question, et le calcaire à *T. diphyoïdes* que la majorité regarde comme la base du Crétacé.

γ. — Sur certains points des Cévennes le Klippenkalk à *T. janitor* est recouvert par la zone à *Tereb. Moravica* et *Diceras Lucii*, dont la faune a été placée dans le Corallien par E. Dumas et par M. Hébert; tel est, aussi, l'avis de M. de Rouville. M. Jeanjean croit devoir paralléliser ces calcaires avec le Coral rag de Rougon, de l'Echaillon, du Salève et de Chatel-Censoir (1).

Il en conclut qu'il n'existe dans les Cévennes aucun étage supérieur au Corallien et que le calcaire à Dicérates était émergé à l'époque où se déposaient, dans le bassin du nord, l'argile de Kimmeridge et les couches de Portland.

En terminant, il fait remarquer que la zone à *T. diphyoïdes* reposant en *stratification discordante* (2), tantôt sur le Corallien à *T. janitor*, tantôt sur les calcaires à Dicérates, dont elle se distingue par ses caractères lithologiques et paléontologiques, il n'existe point, dans les Cévennes, d'étage tithonique (3).

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION

L'excursion a été dirigée par M. Jeanjean et suivie par MM. de Rouville, Collot, Leenhardt, Amédée Jeanjean, G. Fabre, Labbé, Faucher, M. Viguier, Rouzot, Feminier et de Sarran.

On s'est rendu en voiture à Pompignan : la route traverse les divers étages du Néocomien, depuis le calcaire berriasien et les marnes némausiennes, jusqu'au calcaire hauterivien qui forme la crête du monticule de Piedmard et du Causse de Pompignan. Ce n'est qu'à partir de ce village que l'excursion a réellement commencé.

Le Néocomien, que la Société a pu étudier en se rendant au bois de Mounier, est représenté par l'assise supérieure du Berriasien, ou calcaire de Piégaline, que caractérisent des empreintes de Fucoïdes, (couche D, à *Tereb. diphyoïdes*, A. Jeanjean). Au-dessous viennent les assises C, marnes à *Natica Leviathan;* B, calcaire de Salles de Gours ; A, calcaire à cassure polyédrique, avec *Serpula recta,* base du Berriasien.

L'aspect général de ce terrain est marneux ou terreux et de couleur gris-jaunâtre ; les fossiles sont assez communs, nous y avons entre autres, trouvé une Ammonite que M. Collot rapporte à l'*Amm. Calisto*, d'Orb.

---

(1) M. Cotteau a fait observer que le Corallien de Chatel-Censoir est bien distinct de celui des Cévennes, malgré les espèces analogues dues à la conformité des conditions d'existence : les Nérinées sont les mêmes ; mais les Oursins, différents.

(2) Ce fait a été discuté par M. Collot qui, en certains endroits, dans les Cévennes mêmes, a reconnu la concordance qu'il a déjà signalée dans les Bouches-du-Rhône.

M. Leenhardt a été amené aux mêmes résultats par ses études géologiques sur le Mont-Ventoux.

(3) Je ne me suis longuement étendu sur le résumé de la Notice de M. Jeanjean que pour permettre de suivre plus facilement l'opinion des géologues qui ont pris part à la course du 24 avril.

Peu après, on entre dans le calcaire à *Terebratula moravica* qui s'annonce par sa nature massive et rocheuse ; sa couleur est blanche nuancée de *café-au-lait*, teinte caractéristique, ainsi que je l'ai fait remarquer dans le compte rendu succint qui a suivi de près notre course (1). A la séparation des deux terrains, nous avons vainement cherché des traces de ravinement, des brèches, ou des conglomérats. La surface du calcaire coralligène, loin d'être rongée par les eaux, est parfaitement unie.

La question a été bien plus difficile, lorsqu'il s'est agi de décider si la stratification était transgressive, ou tout au moins discordante, comme l'indiquent MM. de Rouville et Jeanjean (2).

La stratification n'est pas transgressive, car le Néocomien ne déborde pas le Jurassique ; quant à se décider en faveur de la discordance ou de la concordance, c'est une question plus délicate, car, si discordance il y a, elle est peu visible. La majorité des membres présents n'a donc pas hésité à déclarer que le Néocomien inférieur reposait sur le Jurassique, en stratification *sensiblement* concordante.

A peine sommes-nous entrés dans le calcaire à *Diceras Lucii* que le caractère particulier à tous les faciès coralligènes apparaît : la roche présente une structure oolithique plus ou moins fine et c'est dans les oolithes que l'on peut faire la plus intéressante moisson de fossiles, les roches compactes étant moins riches et ne renfermant en général que des Dicéras : dans ce cas, le calcaire a un aspect cristallin qui est dû aux menus débris de coquilles, brillants et spathiques, dont il est, pour ainsi dire, pétri. Généralement, il est crayeux et a tout le faciès de l'Urgonien, d'autres fois il ressemble à de la vase solidifiée.

Nous y avons trouvé presque toute la série donnée par M. Jeanjean : nous citerons comme espèces communes les suivantes :

Terebratula Moravica, Glock. — Mounier.
— *carinata*, Leym. — d°
— *humeralis*, Ræm. — d°
Rhynchonella inconstans, d'Orb. — d°
Diceras Lucii, Defrance. — Ferrières.
— *Münsteri*, Godlf. — d°
— *Escheri*, de Loriol. — d°

---

(1) *Bull. Soc. d'étude des Sc. nat. Nîmes*, avril 1880, p. 66 et suiv.

(2) C'est donc par erreur que, *loc. cit.* p. 67, je fais dire à M. Jeanjean que la stratification est concordante.

Nerinæa Mariæ, d'Orb.	—	d°
— *Defrancei*, Desh.	—	d°
— *depressa*, Voltz.	—	d°
Cardium corallinum, Leym.	—	d°
Columnaria sulcata, Goldf.	—	d°
Lithodendron funiculus, d'Orb.	—	Ferrières, Mounier.

Le gisement de Ferrières que nous avons aussi visité, se trouve à quelques centaines de mètres de celui du Mounier et appartient au département de l'Hérault ; il est bien plus riche que le premier, ainsi que le montre la petite liste donnée ci-dessus.

Notre moisson terminée, nous suivons la crête du Mounier et nous descendons vers les Salles de Gours, où nous pouvons étudier le Klippenkalk ou calcaire massif (*rascle*) que M. Jeanjean signale comme représentant sa zone à *Tereb. janitor* et *Cidaris glandifera*. Pour lui, comme pour M. de Rouville, ce calcaire, qui n'est autre que le 4me sous-groupe oxfordien de Dumas, est stratigraphiquement inférieur au calcaire coralligène du Mounier ; c'est ce que nos confrères n'ont pas pu décider : en effet, la chaîne que nous avons étudiée est très tourmentée et ce n'est qu'une étude faite pas à pas, en tenant compte des dénivellations dues aux cassures nombreuses qui affectent le système jurassique, que l'on pourra élucider cette importante question. En outre, le passage du calcaire coralligène au calcaire blanc massif se fait d'une façon si insensible, que faute d'une recherche minutieuse, que le peu de temps dont nous pouvions tous disposer nous a empêchés de faire, il nous a été impossible de fixer le point de séparation des deux calcaires. La difficulté est encore augmentée par l'absence presque complète de stratification et par le boisement des pentes.

Le Klippenkalk de Salles de Gours est formé par un calcaire complètement exempt d'argile, blanc ou blond ; il présente quelquefois des petits points jaune de miel et renferme alors des débris d'encrines. Les restes organiques y sont fort rares, car, dans notre course, nous n'avons pu y rencontrer, presque à la limite du Néocomien, que quelques petites Ammonites tellement mal conservées qu'il nous a été impossible de les dénommer spécifiquement. Nous y avons recueilli une *Rhynchonella inconstans*, Sow., et deux *Rhynchonella sparsicosta*, Suess. Cette dernière espèce qui, en Argovie et dans la Souabe, marque la zone à *Amm. tenuilobatus* et dans le Hanovre, se rencontre avec la faune du Corallien inférieur, est, d'après M. Jeanjean, une des plus caractéristiques de sa zone à *Tereb. janitor* et *C. glandifera*.

L'étude du passage, à Salles de Gours, du Jurassique au Néocomien a également attiré notre attention. Il y avait lieu de décider si le contact était normal ou était dû à une faille. En effet, sous le bois de Mounier, le Néocomien repose, nous l'avons dit, en stratification non discordante sur les bancs à *T. Moravica;* ici, il recouvre un calcaire que M. Jeanjean assimile à sa zone à *T. janitor* (1), et qu'il regarde, par conséquent, comme inférieur au Corallien proprement dit. Bien que la stratification soit identique à celle observée précédemment, quelques géologues se sont demandé si on ne devait pas y voir une preuve de l'indépendance de la formation crétacée à l'égard des deux zones précitées, en tant qu'on les considère comme étages distincts ; question qui mériterait une étude plus approfondie.

Le Néocomien nous a aussi fourni quelques fossiles qui nous ont permis de reconnaître les deux assises inférieures de l'étage berriasien : calcaire à *Serpula recta* et calcaire à pierres de taille de Salles de Gours.

Là s'est terminée notre excursion et nous sommes rentrés en voiture à Saint-Hippolyte, où notre aimable confrère nous a offert moins un souper qu'un véritable banquet ; il nous a procuré l'occasion, tout en nous permettant de récapituler les résultats de notre course, de comprendre dans un même toast les géologues présents et le maître qui, le premier, a débrouillé le chaos géologique des formations de notre département, j'ai dit Emilien Dumas (2).

Caractères **géométriques** *des* **diaclases** *dans quelques localités des* **Alpes suisses** *et des régions adjacentes,*

par M. **Daubrée** (3).

Après avoir reconnu la régularité des diaclases dans les roches stratifiées, restées à peu près horizontales, et leur conformité avec le produit d'expérience (1), il n'était pas sans intérêt de voir si les mêmes lois s'appliquent aux cassures des roches disloquées à la suite d'actions mécaniques, sinon plus énergiques, au moins suivies d'effets bien plus considérables. C'est à ce point de vue que j'ai examiné récemment quelques localités de la Suisse.

---

(1) Toutefois, nous devons faire remarquer que la carte d'E. Dumas (feuille du Vigan, 1844), indique tout le massif du Bois de Mounier comme formé par le Corallien (J ^{3}); c'est sous la même désignation géologique qu'il figure dans la carte de Montpellier, par M. de Rouville (1875).

(2) Dans la relation qui précède, je me suis efforcé de ne donner que les conclusions auxquelles les éminent confrères, dont j'ai été le compagnon, ont été amenés par l'étude même de l'une des localités qui ont servi à l'argumentation de M. Jeanjean.

S'il m'était permis d'exprimer mes vues personnelles, je renouvellerais les conclusions que j'ai développées dans mes Notes antérieures. Les terrains jurassique et crétacé à la limite septentrionale du département du Gard. *Bull. Soc. de Nimes, Sciences natur.*, 7^e année 1879. Course géologique aux environs d'Alais. — (*Compte rendu sommaire Soc. Géol.*, avril 1880). — Quant aux relations de la zone à *T. janitor* avec la zone à *T. Moravica*, je me réserve d'en faire l'objet d'une étude plus approfondie, avant de me prononcer d'une façon définitive.

(3) Note présentée à la séance du 9 mai 1881, parvenue en retard au Secrétariat.

Environs de Clarens. — La mollasse des environs de Clarens, que, par un chevauchement remarquable et bien connu, recouvrent les couches jurassiques, présente de toutes parts des diaclases planes et fort nettes souvent rapprochées de quelques décimètres seulement, de façon à simuler une stratification normale aux couches. Le tableau ci-joint résume quelques mesures.

Environs de Clarens.

	DIRECTION	
Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
TRANCHÉE DU TUNNEL DES CRÊTES DANS LA MOLLASSE.		
A l'est de la tranchée.	N. 27° E.	»
	N. 27° E.	N. 102° E.
	N. 27° E.	N. 102° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	»	(N. 140° E.) (1)
	»	(N. 72° E.) (1)
Paroi méridionale de la tranchée de Burrier	N. 27° E.	(N. 57° E.) (1)
Petite tranchée des Crêtes.	»	N. 110° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 162° E.) (1)
	»	N. 102° E.
	»	N. 108° E.
A 100 mètres plus haut dans les vignes.	»	(N. 162° E.) (1)
Moyennes	N. 27° E.	N. 106° E.
	+ 0 — 0	+ 11 — 4
BAUGY.		
Carrière de mollasse	N. 27° E.	N. 110° E.
	N. 42° E.	N. 87° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	N. 27° E.	N. 117° E.
	»	(N. S.) (1)
	»	(N. 140° E.) (1)
Moyennes	N. 33° E.	N. 108° E.
	+ 9 — 6	+ 9 — 21

---

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. VII, p. 108 et 141, et t. VIII.

Tavel.		
Carrière de mollasse	»	N. 147° E.
	»	N. 124° E.
	»	N. 110° E.
	»	N. 117° E.
	»	N. 95° E.
Moyenne.	»	N. 118° E.
		+ 29 — 23
Chailly.		
Carrière de mollasse (2)	N. 24° E.	»
	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
	N. 24° E.	»
Moyenne.	N. 23° E.	»
	+ 4 — 3	

Outre les diaclases, se montrent de véritables paraclases qui ont produit des rejets considérables et présentent de nombreuses surfaces striées, la plupart suivant la ligne de plus grande pente. Quelquefois elles sont groupées en faisceaux et leur surface est incrustée d'oligiste terreux.

Toutes les lithoclases ont été inscrutées de calcaire spathique, affectant souvent une disposition symétrique par rapport au plan médian; leur épaisseur moyenne est de 2 à 5 centimètres; celle des paraclases peut être beaucoup plus grande. Lorsque le remplissage n'est pas complet, la calcite a pris constamment la forme de scalénoèdres mâclés d^2, rappelant les cristaux bien connus du Derbyshire, et avec les mêmes angles.

Quand ces veines passent des grès dans les schistes qui alternent avec eux, elles changent d'allure, deviennent moins nombreuses et s'y infléchissent diversement, à la manière de ce qui arrive pour le gypse et le sel gemme dans les marnes irisées. Ce contraste fait ressortir l'influence des roches encaissantes sur les minéraux que les eaux y ont concrétés.

Une autre influence du même genre concerne les cassures elles-mêmes qui cessent brusquement au passage du grès dans l'argile. On peut observer en outre, par exemple près de Chailly, que les mêmes directions de diaclases persistent souvent au travers d'une série de couches de grès superposées, malgré les interruptions réitérées causées par les intercalations de couches d'argile.

---

(1) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (2) Couches entaillées sur 15 mètres de hauteur.

Postérieurement à l'ouverture des diaclases, et même postérieurement à leur remplissage, ces roches ont été le siège de mouvements très notables, dont témoignent les surfaces striées des veines de calcite. Il est à ajouter que les argiles rouges dont il vient d'être question présentent souvent un feuilleté irrégulier, qu'on doit attribuer aussi à des actions mécaniques postérieures à leur formation.

Environs de Montreux. — Dans les couches jurassiques des environs de Montreux, qui appartiennent aux derniers contreforts des Alpes, les diaclases se montrent en grand nombre, comme en témoigne le tableau suivant.

Environs de Montreux

Noms des localités.	Système **A.**	Système **B.**
GORGES DU CHAUDRON (1)		
A l'entrée	N. 12° E.	(N. 147° E.)
		(N. 57° E.) (2)
		N. 132° E. (3)
Dans le lit du torrent.	»	(N. 147° E.)
	»	N. 132° E.
	N. 12° E.	N. 102° E.
	»	N. 117° E.
	»	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 102° E. (4)
	»	N. 110° E.
	»	N. 107° E.
	»	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 95° E.) (2)
	»	(N. 97° E.) (2)
	N. 12° E.	»
	N. 5° E.	(N. 72° E.) (2)
	»	N. 110° E.
	»	N. 117° E.
Près la cascade dans le lit du torrent.	N. 27° E.	N. 102° E.
	»	N. 102° E.
	»	(N. 72° E.) (2)
Rive droite	»	N. 117° E.
	»	(N. 85° E.) (2)
	»	N. 102° E.
	»	N. 115° E.
	»	N. 120° E.

Gorge ouverte sur les diaclases.	»	N. 132° E.
A 50 mètres de là.	»	N. 132° E.
En dehors du Righi vaudois. . . .	»	(N. 95° E.) (2)
En haut, au-dessus et au-dessous des chalets, rive droite.	»	N. 102° E.
Moyennes	N. 13° E. + 14 — 8	N. 114° E. + 18 — 12
Glion près du Righi vaudois. . . .	»	N. 132° E.
Autre point	»	(N. 87° E.) (2)
Sous Glion.	N. 42 E.	»
A 800 mètres au-dessus de Montreux.	N. 27° E.	»
Moyennes	N. 35° E. — 8 + 7	N. 132° E. + 0 — 0
CHARNEX.		
A 600 mètres à l'est du point précédent	N. 42° E.	»
	»	(N. S.) (2)
	»	N. 162° E.
	»	N. 132° E.
A 1 kil. de Charnex, près des chalets Blumenthal	N. 27° E.	»
	N. 12° E.	»
Moyennes	N. 27° E. — 15 + 15	N. 147° E. + 15 — 15

Comme dans la mollasse, les diaclases sont souvent si rapprochées qu'elles ressemblent à une seconde stratification, par exemple aux châlets Blumenthal et à Glion: Dans cette localité elles sont moyennement écartées de 3 décimètres les unes des autres, et sur 15 mètres on en compte plus de 50.

Dans quelques parties on observe des croisements à peu près ou même exactement rectangulaires; c'est ainsi que dans le Chaudron certaines couches sont découpées suivant de petits polyèdres pseudo-réguliers.

Presque toutes ces diaclases sont imprégnées de calcite.

Quelques gorges et ravins sont visiblement dus à des diaclases préexistantes.

La Meillerie. — Les couches liasiques de Meillerie sont cisaillées par de nombreuses diaclases verticales, visibles sur plus de 100 mètres de hauteur et dont l'observation a donné les résultats suivants.

---

(1) Les mesures sont inscrites successivement en des points de plus en plus élevés à partir du bas du torrent. — (2) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (3) Escarpements de 30 mètres présentant 10 à 15 diaclases. — (4) Grands escarpements calcaires sur 80 mètres avec de nombreuses diaclases verticales.

Carrière de Meillerie.

	N. 72° E.	N. 102° E.	
		N. 132° E.	
		N. 117° E.	
		N. 147° E.	
		N. 124° E.	
		N. 147° E.	
		N. 132° E.	
		N. 140° E.	
		N. 132° E.	
		N. 117° E.	(10 mesures)
Moyennes	N. 72° E.	N. 129° E.	
		— 27 + 18	

Environs de Bourg-Saint-Maurice. — L'imposant escarpement qui forme la paroi méridionale de la vallée de Bourg-Saint-Maurice (Valais) sur plus d'un kilomètre de longueur, présente une série épaisse de couches calcaires que coupent, avec une netteté remarquable, d'innombrables diaclases. Ce calcaire est considéré comme néocomien ou urgonien.

Comme on l'a observé ailleurs, les diaclases se rapprochent parfois au point de simuler la schistosité. En passant d'une couche à une autre, elles changent parfois de direction, comme par une sorte de réfraction : de verticales, leurs traces deviennent inclinées sur l'horizon.

La direction moyenne N. 72° E., que m'ont fournie plusieurs mesures, paraît se retrouver à peu près sur l'autre flanc de la vallée. Cette direction se rapproche d'autres grands accidents de la région.

Dans bien d'autres localités les diaclases présentent des caractères semblables, que l'on peut étudier sur de hautes échancrures, par exemple près des bains de Louèche, dans le massif des Diablerets, près de Mürren, etc.

Vallée de Zermatt. — Dans les observations géologiques qui ont été publiées sur le massif du Mont-Rose et du Cervin, ainsi que la vallée de Zermatt, les cassures intérieures des roches ou diaclases ne paraissent pas avoir été l'objet de mesures précises.

Cependant si l'irrégularité, au moins apparente, avec laquelle les diaclases se présentent généralement, n'est pas de nature à provoquer l'examen, il est çà et là, comme je l'ai déjà montré pour diverses contrées, des parties où les cassures manifestent une régularité géométrique. Quelques observations que j'ai faites dans un séjour d'une semaine au milieu de ces magnifiques montagnes, ne seront peut-être pas dépourvues d'intérêt, surtout lorsqu'elles seront coordonnées avec d'autres. Aussi je crois devoir les consigner ici, tout incomplètes qu'elles soient.

La montagne à laquelle est adossé le village de Stalden, est particulièrement remarquable à cet égard. Sur tout cet escarpement abrupt, c'est-à-dire sur une hauteur de plusieurs centaines de mètres se montrent d'innombrables diaclases, pour la plupart à peu près verticales. Elles sont en général très rapprochées, parfois de moins d'un mètre, ainsi que le montre le rocher qui supporte l'église. Cette montagne, formée de schistes cristallins qualifiés de métamorphiques anciens, est en quelque sorte hachée verticalement, de manière à simuler une stratification verticale qui coupe et tend à effacer les indices de stratification et de schistosité, accusés par des lignes horizontales.

Les diaclases les mieux caractérisées de la montagne ont donné des directions variant de N. 124° à 132° et 138° E., et une moyenne de N. 130° E.

D'autres également très nombreuses se dirigent N. 20° à 27° E. Elles sont donc à peu près perpendiculaires aux premières. Ce second système est moins apparent que l'autre.

En remontant de Stalden vers Saint-Nicolas, c'est-à-dire sur une distance de plus de 8 kilomètres, on trouve encore sur la paroi gauche ou occidentale de la vallée, des roches à pic, sur lesquelles les éboulements détachés des parties supérieures n'ont pu adhérer de façon à les soustraire à l'observation. Par le même motif, elles sont dépourvues de terre végétale. C'est ainsi qu'elles montrent au vif leur constitution sur plusieurs centaines de mètres de hauteur verticale. Sur cette hauteur imposante, l'œil peut suivre les diaclases, surtout lorsque le soleil, en se jouant au milieu d'elles, fait ressortir nettement, par des alternances de lumière et d'ombre, leurs intersections mutuelles. Alors apparaît une série indéfinie d'énormes parallélipipèdes, la plupart verticaux, dont les faces sont à peu près perpendiculaires. Si l'on osait étendre sur une si grande échelle l'expression par laquelle Haüy a désigné les solides obtenus par clivage dans les cristaux, on les appellerait des *polyèdres intégrants* des roches et des montagnes.

Vallée de Zermatt.

Noms des localités.	Système **A**.	Système **B**.
Stalden	»	N. 132° E.
	»	N. 132° E.
	»	N. 124° E.

En face de la vallée de Saas. . . .	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
A 4 kil. de Stalden.	»	N. 124° E. (2)
	»	N. 132° E.
	»	N. 124° E.
	»	N. 132° E. (3)
	N. 20° E.	»
	N. 27° E.	»
1 kil. de la maison où on se rafraîchit	»	N. 132° E. (3)
	»	
Sur un escarpement très élevé on observe aussi.	N. 27° E. (4)	»
	N. 27° E.	»
	»	(N. 87° E.) (1)
Saint-Nicolas.	»	N. 117° E. (5)
	»	N. 110° E.
	N. 27° E.	»
A 2 kil. au-dessus de Saint-Nicolas.	»	N. 132° E.
	»	N. 140° E.
A 500 mètres plus loin. . . . . . , .	N. 27° E.	»
	»	N. 132° E.
A la pension Weisshorn.	N. 12° E.	(N. 72° E.) (1) (6)
Roches feuilletées.	»	N. 147° E.
Cassures. . . . . , .	N. 27° E.	»
Moyenne	N. 23° E.	N. 129° E.
	+ 4 — 15	+ 18 — 19

Sur beaucoup de points ces diaclases verticales constituent des réseaux offrant les mêmes caractères que ceux de Stalden, et remarquables comme eux, par les dimensions imposantes sur lesquelles on peut les suivre.

A 1 kilomètre au-dessus du village, où les diaclases principales se dirigent N. 120° E., des veines de quartz et de chlorite, perpendiculaires à la fois à ces diaclases et aux feuillets, correspondent peut-être à un système particulier de cassures.

Plus haut encore, à 4 kilomètres de Stalden, la direction N. 130° E. a été de nouveau observée très nettement.

Il en est de même aux environs de Emd, où la hauteur des escarpements est d'autant plus remarquée qu'une église posée hardiment au sommet appelle l'attention. Les deux systèmes ont été observés avec les directions moyennes N. 128° E. et N. 24° E.

(1) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses. — (2) Les diaclases plongent de 80° vers N.-E. — (3) Sur des hauteurs de 500 à 600 mètres. — (4) Sur plus de 300 mètres. — (5) Plongent comme les précédents de 80° vers le N.-E. — (6) Plonge vers le nord de 30°.

Sur d'autres points de la vallée, au-dessous de Saint-Nicolas, j'ai également observé en plusieurs points les systèmes conjugués :

N. 132° E. et N. 20° E.;
puis, N. 118° E. et N. 43° E.

La valeur N. 132° E., s'est reproduite sur des diaclases très régulières et espacées de moins de 5 mètres. J'ai aussi observé N. 123° E., N. 117° E., N. 113° E., et, en dehors des directions prédominantes, N. 87° E.

La haute paroi de roches, au pied de laquelle est situé Saint-Nicolas, toujours sur la gauche de la vallée, est également découpée par des diaclases et par une série de redans ressemblant, mais sur une plus grande échelle, à ceux qui terminent souvent les falaises de Normandie, par exemple aux environs du Tréport. Ici, de même, ces alternatives de saillies et de rentrants paraissent avoir été déterminées par les intersections naturelles de diaclases et par les érosions qui en sont résultées. Les parois des déchirures en *couloirs* séparant les saillies font ressortir en deux points les deux directions N. 117° E. et N. 27° E.

Au lieu d'être verticales, les diaclases plongent d'environ 80°, les premières vers N. 27° E.

Des orientations assez voisines ont été observées au-dessus de Saint-Nicolas, notamment à 2 kilomètres du village près la pension du Weisshorn : d'une part, N. 136° E. et N. 132° E.; d'autre part, N. 5° E., N. 12° E., N. 27° E.

La stratification apparente plonge de 30° vers le nord.

Cette similitude dans les cassures se conserve, malgré la différence dans la nature des roches où elles se manifestent.

C'est dans les parties où les diaclases se présentent avec le plus de netteté, sur toute la hauteur des parois rocheuses, que les orientations qui précèdent ont été prises.

Il est des endroits, par exemple dans les redans des environs de Saint-Nicolas, où ces diaclases au lieu d'être planes, sont visiblement courbes et parfois d'apparence cylindroïde; leur direction ne se prête par conséquent pas à des mesures précises.

Ailleurs, sur plusieurs centaines de mètres de hauteur, les diaclases se croisent en grand nombre, irrégulièrement et sans présenter de continuité, comme celles dont il a été question.

Il est bon de rappeler que toutes ces variantes dans le régime des diaclases, qui se sont produites souvent *à peu de distance les unes des autres*, se retrouvent dans les cassures produites expérimentalement et paraissent pouvoir ainsi s'expliquer.

Quand on approche des grands centres de fractures, c'est-à-dire du magnifique cirque montagneux dont le Mont-Rose, le Breithorn et le Cervin font partie, avec d'autres montagnes d'une altitude de plus de 4,400 mètres, on ne trouve plus une régularité semblable à celle qui vient d'être signalée.

Cependant les directions N. 102° E. et N. 12° E., que j'ai obtenues près Zermatt, ne s'éloignent pas beaucoup des précédentes.

Environs de Zermatt.

Noms des localités.	Système **A.**	Système **B.**
Face orientale du Cervin	»	(N.-S.) (1)
Face septentrionale du Cervin	N. 87° E.	»
Glacier de Gorner	»	(N.-S.) (1)
A 100 mètres du village vers l'ouest	N. 12° E.	N. 102° E.
Dans l'escarpement	»	N. 102° E.
1re protubérance que l'on voit en sortant de l'hôtel Riffel	N. 10° E.	N. 132° E.
	»	(N. 162° E.) (1)
Sur la Platte	N. 12° E.	»
	(N. 72° E.) (1)	»
Sur le point même où l'on stationne	N. 12° E.	N. 132° E.
Paroi N. du Gorner	(N. 72° E.) (1)	»
Sur la Platte	»	(N.-S.) (1)
	»	(N. 162° E.) (1)
	»	(N.-S.) (1)
Cassure indiquée par le relief	(N. 72° E.) (1)	»
Breithorn	N. 20° E.	N. 132° E.
Moyennes	N. 13° E.	N. 120° E.
	+ 7 — 2	+ 12 — 18

Plus haut, dans les roches schisteuses cristallines d'une partie du Riffelberg, à environ 2,800^m d'altitude, la direction moyenne est de N. 72° E., avec plongement vers le nord de 20° à 30°; elles sont coupées par un système remarquablement régulier de diaclases verticales, parfois distantes de moins d'un mètre. J'y ai plusieurs fois retrouvé la direction N. 10° E. Telle est aussi à très peu près la direction que j'ai observée dans l'ancien lit du glacier de Gorner et dans les deux crevasses très étroites qu'on voit à l'extrémité inférieure du même glacier et sur la paroi gauche de la vallée de Zmutt (N. 27° E.).

Les roches qui servent comme de piédestal au Cervin, se terminent vers l'est, au moins sur 3 kilomètres de longueur, par une paroi abrupte dont le Furgengrat forme le prolongement. Ce sont des schistes qui paraissent se relier à ceux qui constituent le Cervin. A la base du Hörnli, ces schistes se dirigent N. 38° E., et plongent vers le nord de 60° à 80°, c'est-à-dire avec une inclinaison supérieure à celle qu'elles ont plus loin des hautes cimes. Sur toute la hauteur de cet escarpement, que l'on peut estimer à environ 200 mètres, j'ai observé deux systèmes qui s'entrecroisent; le principal N. 50° E, l'autre N. 160° E., c'est-à-dire à peu près perpendiculaires. Dans le couloir qui sert à monter au Hörnli, on voit des orientations N. 57° E., et accidentellement N. 80° E.

---

(1) Les directions exceptionnelles sont placées entre parenthèses.

La colossale pyramide du Cervin est terminée à l'est et au nord par deux grandes faces planes qui ressemblent à celles qu'auraient pu provoquer des diaclases fortement inclinées à l'horizon, d'un millier de mètres de hauteur verticale.

D'après des mesures prises à distance et qui ne peuvent être que très grossièrement approximatives, leur direction moyenne serait de N. 18° E. pour la première, et N. 70° E. pour la seconde. Une partie de l'escarpement compris entre le Hörnli et le Mittelhorn se dirige N. 50° E.

On peut aussi remarquer, comme n'étant peut-être pas une coïncidence fortuite, que la grande déchirure de plus de 2,000 mètres de hauteur, qui termine vers l'est, le massif du Mont-Rose et du Strahlhorn du côté de Macugnaga, est moyennement alignée comme les diaclases du Riffel.

Les expériences montrent, en effet, que les petites cassures se produisent simultanément avec les grandes, auxquelles elles servent de cortège.

Observations. — Les faits qui précèdent, montrent que contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, la régularité des lithoclases paraît se perdre quand on se rapproche des grands centres de dislocation. Cette différence résulte peut-être de ce que les efforts se sont exercés d'une manière plus complexe.

Mais il suffit des caractères de régularité, qui apparaissent çà et là, pour que l'on soit en droit d'assimiler toutes ces cassures à celles que des pressions ou des torsions déterminent artificiellement, et qui, elles aussi, ne sont régulières que dans des conditions pour ainsi dire exceptionnelles de symétrie, rarement réalisées dans la nature.

Toutefois ces irrégularités qui se rattachent toujours à des causes accidentelles et locales disparaissent pour laisser apparaître la régularité quand on peut coordonner un nombre suffisamment grand d'observations.

A cet égard nous possédons un document incomparable, dans le relevé fait jour par jour, de 1873 à 1880, par M. l'ingénieur Stapff lors du percement du tunnel du Saint-Gothard. Sur toute la longueur entre Göschenen et Airolo, c'est-à-dire sur 14 kilomètres, l'allure de toutes les lithoclases, grandes et petites, qui se sont montrées par milliers, a été mesurée, et il en résulte des données précieuses, par leur nombre non moins que par leur exactitude, du genre de celles que les travaux des mines peuvent seuls fournir (1).

Dans le résumé intitulé : *Profil géologique du Saint-Gothard dans l'axe du grand tunnel* (Berne, 1881), qu'il vient de publier, M. Stapff, après avoir rapproché les directions des diverses lithoclases, ajoute : « Près du tunnel il existe de ces nœuds de failles, aux profils 6000, 6300, 6400, 6900-7400 nord ; 7050-5400 ; 4800 ; 4500-3900 sud ; à la surface on en rencontre aux profils 5000, 5400, 6500 nord ; 3600-3250 sud. Si l'on voulait reporter et grouper sur un profil à plus grande échelle un plus grand nombre des fentes et des fissures indiquées dans les coupes du tunnel et les feuilles des levés, on verrait se former des *nœuds* présentant la plus grande analogie avec ceux qu'a produits Daubrée sur des plaques de verre. (C'est par torsion que Daubrée produit ces faisceaux de fentes croisées.) »

Les diaclases dont on vient de voir quelques traits généraux sont en relation avec les forces qui ont préparé le relief des montagnes, dont elles ont d'ailleurs, conjointement avec les délits qui séparent les couches, et les clivages des roches schisteuses préparé et facilité souvent la démolition.

D'après l'ensemble des faits déjà mentionnés et dont la présente note est la continuation, on reconnaîtra qu'il est légitime d'accorder aux diaclases, dans les études stratigraphiques, une place plus large que celle qu'on leur y a faite jusqu'à présent.

---

(1) *Rapports mensuels du Conseil fédéral suisse sur l'état des travaux de la ligne du Saint-Gothard*, Zurich.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE A GRENOBLE

Du 4 *au* 11 *Septembre* 1881.

Les Membres de la Société qui ont pris part aux travaux de la session sont :

MM.
Baron.
Barret (l'abbé).
Benoit.
Bergeron.
Berthelin.
Bertrand (Marcel).
Bonnardot.
Bonneau du Martray.
Carez (Léon).
Chaignon (de).
Cloez.
Collot.
Cuvier.
Daval.
Delafond (Fréd.).
Didelot.
Dupont.
Fabre.
Fallot.
Farge.

MM.
Fayol.
Féraud-Giraud.
Fontannes.
Garnier.
Hébert.
Hollande.
Huguenin.
I'Anson.
Jannettaz.
Jaubert.
Korthals.
Lamothe (L. J. B de).
Leenhardt.
Lemesle.
L'Hote.
Lory.
Loustau.
Marès (P.).
Monvenoux.
Orieulx de la Porte.

MM.
Pellat.
Pillet.
Potier.
Renevier.
Révil.
Rey-Lescure.
Reymond.
Riaz-Audra (de).
Ricard.
Rolland.
Rouville (de).
Sayn.
Schlumberger.
Siegen.
Soulier (l'abbé).
Tabuteau.
Tardy.
Toucas.

Plusieurs personnes étrangères à la Société ont pris part aux excursions. Nous citerons :

MM. Bartholoméis.
David.
Mainfroid.
Marès (Roger).
Riche.
Six.
Thomas.
Viguier.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

RELATIVES A LA RÉGION VISITÉE.

1779. **Guettard**. *Mémoires sur la Minéralogie du Dauphiné.*

1803. **Héricart de Thury.** *Mémoire sur l'anthracite* (de l'Oisans); (*Journal des Mines,* t. XIV.)

1808. **Brochant de Villiers**. *Terrains de transition de la Tarantaise,* etc. (*Ibid.*, t. XXIII.)

1813. **Héricart de Thury**. *Lignites du Bas-Dauphiné* (*Ibid.*, t. XXXIII.)

1819. **Brochant de Villiers.** *Sur les roches granitoïdes du Mont-Blanc et autres cimes centrales des Alpes.* (*Ann. des Mines,* 1re sér., t. IV.)

1827. **Elie de Beaumont**. *Ann. des Sc. nat.*, 1re sér., t. XIV. (Petit-Cœur, etc.)

1828. **Elie de Beaumont.** *Ann. des Sc. nat.*, 1re sér., t. XV. (Aiguilles d'Arves, Chardonnet, etc.)

1829-30. **Elie de Beaumont.** *Ann. des Sc. nat.*, 1re sér., t. XVIII et XIX. (*Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe.*)

1830. **Gueymard**. *Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes;* in-8°, avec carte géologique.

1831. **Gueymard.** *Sur la minéralogie et la géologie du département de l'Isère;* in-8°, avec carte géologique.

1835. **Elie de Beaumont.** *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans.* (*Ann. des Mines,* 3^{e} sér., t. V.)

1837. **Dausse.** *Sur la forme et la constitution de la Chaîne des Rousses en Oisans.* (*Mém. Soc. Géol.*, t. II.)

1839. **Scipion Gras**. *Sur l'âge géologique des couches anthracifères du département de l'Isère.* (*Ann. des Mines,* 3^{e} sér., t. XVI.)

1840. Réunion de la Société géologique à Grenoble. (*Bull.*, 1re sér., t, XI, p. 379.)

1841-49. **Fournet**. *Géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans.* (*Ann. de la Soc. d'Agr. sc. et Arts de Lyon.*)

1843-44. **Sc. Gras.** *Sur l'origine des spilites du Dauphiné.* (*Bull.*, 2^{e} sér., t. I, p. 134 et t. II, p. 35.)

1844. **Gueymard.** *Statistique minéralogique et géologique de l'Isère* (avec carte).

Id. **Sc. Gras.** *Essai sur la constitution géologique des Alpes centrales de la France et de la Savoie.* (*Bull.*, 2^{e} sér., t. I, p. 690.)

Id. Réunion de la Société géologique à Chambéry. (*Bull.*, 2^{e} sér., t. I, p. 601.)

1846. **Lory.** *Étude sur les terrains secondaires des environs de Grenoble.*

1848. **Sc. Gras**. *Sur les anciens lits de déjections des torrents des Alpes et sur leur liaison avec le phénomène erratique.* (*Ann. des Mines,* 4^{e} sér., t. XIV.)

1848. **Alb. Gras**. *Description des oursins fossiles de l'Isère.* (*Bull. de la Soc. de statist. de l'Isère,* 1re sér., t. IV.)

1850. **Lory**. *Composition minéralogique et chimique de quelques roches des Alpes.* (*Bull.*, 2^{e} sér., t. VII, p. 540; *Soc. de stat. de l'Isère*, 2^{e} sér., t. I.)

1851. **Lory.** *Terrains crétacés du département de l'Isère.* (*Bull.*, 2^{e} sér., t. IX, p. 51.)

1852. **Alb. Gras**. *Catalogue des fossiles de l'Isère.* (*Bull. Soc. de stat. de l'Isère,* 2^{e} sér., t. II.)

Id. **Lory.** *Coupes géologiques des montagnes de la Chartreuse.* (*Bull.*, 2^{e} sér., t. IX, p. 226.)

Id. **Lory.** *Essai géologique sur le groupe de montagnes de la Grande-Chartreuse.* (*Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2e sér., t. II.)

1854. **Lory.** *Gisements de roches amphiboliques associées à des euphotides et des serpentines dans les environs de Grenoble.* (*Bull. Soc. stat. de l'Isère*, 2e sér., t. II.)

1854. **Rozet.** *Sur les dislocations des terrains supercrétacés des Alpes.* (*Bul. Soc. Géol.*, 2e sér. t. XI, p. 283.)

Id. **Sc. Gras.** *Sur le terrain anthracifère des Alpes de France et de Savoie.* (*Ann. des Mines*, 5e sér., t. V.)

Id. Réunion de la Société géologique à Valence. (*Bull.*, 2e sér., t. XI, p. 714.)

1855. **Rozet.** *Mémoire géologique sur les Alpes françaises.* (*Bull., Soc. Géol.* 2e sér. t. XII, p. 204.)

1857. **Dr Charvet.** *Mémoire sur les grands ossements fossiles du Dauphiné.* (*Bull. Soc. stat. de l'Isère*, 2e sér., t. IV.)

Id. **Lory.** *Esquisse d'une Carte géologique du Dauphiné.* (*Bull.*, 2e sér., t. XV, p. 10.)

1858. **Lory.** *Carte géologique du Dauphiné*, à l'échelle de $\frac{1}{250,000}$.

1859. **Lory.** *Sur la carte géologique du Dauphiné et quelques points de la géologie de cette province.* (*Bull. Soc. Géol.* 2e sér., t. XVI, p. 817.)

1860-64. **Lory.** *Description géologique du Dauphiné.*

1860. **Sc. Gras.** *Sur les oppositions observées dans les Alpes entre l'ordre stratigraphique et les caractères paléontologiques.* (*Ann. des Mines*, 5e sér., t. XVIII.)

Id. **Lory.** *Sur le gisement de la craie blanche dans la vallée d'Entremont (Savoie).* (*Bull.*, 2e sér., t. XVII, p. 796.)

Id. **Lory.** *Considérations sur l'usage des caractères stratigraphiques dans les Alpes.* (*Bull.*, 2e sér., t. XVII, p. 481 et 870.)

Id. **Lory.** *Sur la constitution stratigraphique de la Haute-Maurienne.* (*Bull.*, 2e sér. t. XVIII, p. 34.)

1861. Réunion de la Société géologique à Saint-Jean-de-Maurienne. (*Bull.*, 2e sér., t. XVIII, p. 693.)

1862. **Lory.** *Sur le gisement des gypses de Vizille (Isère).* (*Bull.*, 2e sér., t. XIX, p. 720.)

1863. **Lory.** *Carte géologique et coupes du Briançonnais.* (*Bull.*, 2e sér., t. XX, p. 233).

Id. **Sc. Gras.** *Carte géologique et agronomique de l'Isère* $\frac{1}{250,000}$.

Id. **Lory.** *Sur les dépôts tertiaires et quaternaires du Bas-Dauphiné.* (*Bull.*, 2e sér., t. XX, p. 363.)

Id. **Ebray.** *Sur une des causes de la structure en éventail.* (*Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 89.)

1865. **Desor.** *Disposition des massifs cristallins dans les Alpes.* (*Bull.*, 2e sér., t. XXI, p. 354.)

Id. **Ébray.** *Renseignements sur la structure des Alpes Dauphinoises.* (*Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 172.)

Id. **Hébert.** *Sur l'âge des couches à* Terebratula diphya. (*Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 283.)

1866. **Lory.** *Notice sur une carte géologique de la Maurienne et de la Tarantaise*, par MM. Lory et l'abbé Vallet. — *Essai sur la structure géologique de la partie des Alpes comprise entre le Mont-Blanc et le Mont-Viso.* (*Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 480.)

Id. **Lory.** *Sur le gisement de la* Terebratula diphya *dans les calcaires de la Porte de France.* (*Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 516.)

Id. **Hébert.** *Observations sur les calcaires à* Ter. diphya. (*Bull.*, 2e sér., t. XXIII, p. 521.)

1867. **Pictet**. *Nouveaux documents sur les limites des périodes jurassique et crétacée. (Arch. Bibl. univ. Genève.)*

Id. **Pictet**. *Sur les Calcaires de la Porte de France. (Arch. Bibl. univ. Genève.)*

Id. **Pictet**. *Mélanges paléontologiques : Faune de Berrias ; Étude des fossiles d'Aizy et de la Porte de France.*

Id. **Ebray**. *Sur la continuation de la faille occidentale des Alpes Dauphinoises. (Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 401.)

Id. **Lory**. *Sur la structure des Alpes occidentales (réponse à M. Ebray). (Bull.*, 2e sér., t. XXV, p. 215.)

Id. **Lory**. *Sur les sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes. (Bull.*, 2e sér., t. XXV, p. 235.)

Id. **Favre**. *Géologie des environs du Mont-Blanc.*

1869. **Ebray**. *Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. (Bull.*, 2e sér., t. XXVI, p. 927.)

Id. **Lory**, **Pillet** et **Vallet**. *Carte géologique du département de la Savoie.*

1871. **Lory**. *Age des Calcaires de l'Échaillon. (Bull.*, 2e sér., t. XXIX, p. 80.)

1873. **Lory**. *Sur la stratigraphie des Alpes Graies et Cottiennes. (Bull.*, 3e sér., t. I, p. 266.)

1874. **Ebray**. *Raccordement du calcaire Kimméridgien de Cirin avec ceux de Chambéry. (Bull.*, 3e sér., t. II, p. 259.)

Id. **Huguenin**. *Sur la zone à* Ammonites tenuilobatus *de Crussol. (Bull.*, 3e sér., t. II, p. 347 et 519.)

1875. Réunion de la Société géologique à Genève et à Chamonix. (*Bull.* 3e sér., t. III, p. 649.)

Id. **Pillet** *et* **de Fromentel**. *Description géologique et paléontologique de la colline de Lemenc, sur Chambéry.*

1876. **Dumortier** et **Fontannes**. *Description des Ammonites des carrières de Crussol (Zone à* Ammonites tenuilobatus).

1874-78. **Lory**. *Essai sur l'orographie des Alpes occidentales, dans ses rapports avec la structure géologique de ces montagnes. (Ann. du Club Alpin français*, 1874 et 1878.)

1875-80. **Fontannes**. *Études sur la période tertiaire dans le bassin du Rhône.*

1878. **Lory**. *Profils géologiques de divers massifs des Alpes centrales. (Bull.*, 3e sér., t. VI, p. 547.)

1879. **Falsan** et **Chantre**. *Monographie des anciens glaciers et du terrain erratique du bassin du Rhône*, 2 vol. in-8o et cartes.

Id. **Fontannes**. *Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol.*

1880. **Lory**. *Sur le terrain crétacé supérieur de l'Isère. (Bull.*, 3e sér., t. IX, p. 58.)

Première Séance du 4 *Septembre* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELET, *puis de* M. LORY.

Les membres de la Société se réunissent, à midi et demi, dans l'amphithéâtre de la Faculté des Sciences de Grenoble.

M. Gosselet, l'un des vice-présidents, représentant le bureau annuel de la Société, déclare ouverte la session extraordinaire et prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Les raisons qui déterminent, chaque année, le lieu de la réunion » extraordinaire de la Société géologique de France sont multiples. » Souvent notre but est d'examiner en commun quelque difficulté » de la science. C'est ainsi que la réunion qui eut lieu, il y a vingt » ans, dans les Alpes de la Maurienne, produisit des résultats très » utiles pour résoudre les difficultés qui paraissaient mettre en op» position les lois de la stratigraphie avec celles de la paléontologie. » Notre but, aujourd'hui est moins ambitieux. La géologie des Alpes » dauphinoises est bien connue, grâce aux travaux de M. Lory. » Nous sommes venus nous mettre sous sa direction et nous lui de» mandons de nous exposer, sur le terrain, la structure géologique » de la région. Nous lui demanderons surtout de nous montrer les » difficultés qu'il a rencontrées et qu'il a si savamment résolues.

» Je ne voudrais pas sortir du cadre ordinaire de ces allocutions » en rappelant tous les progrès que la géologie alpine doit à M. Lory. » Il vous suffira, pour en avoir une idée, de jeter les yeux sur la » carte géologique qu'il a exposée dans cette salle et de la comparer » à la carte de Dufrénoy et Elie de Beaumont, où les couches houil» lères des Alpes avaient été placées dans le terrrain jurassique, et » les grès nummulitiques tertiaires, réunis en partie aux grès houil» lers, ou classés dans le terrain crétacé.

» M. Lory ne s'est pas borné à délimiter les différents étages géo» logiques ; il a cherché à expliquer les relations dans lesquelles ils » se trouvent aujourd'hui et les dislocations du sol qui ont produit » les immenses montagnes qui se dressent devant nous. Les théories » stratigraphiques qu'il a proposées, diffèrent, sur plusieurs points, » de celles qui sont adoptées par d'autres géologues alpins. Nous » allons pouvoir les apprécier en présence des faits eux-mêmes. Mais,

» en ce qui me concerne, je puis dès maintenant déclarer que l'exploration de l'Ardenne m'a conduit à adopter, pour les dislocations » de ce pays, les idées théoriques que M. Lory avait déduites de » l'étude des Alpes. Eu égard à la différence de structure physique » et d'âge géologique des deux régions, il y a là, assurément, une » coïncidence remarquable et une forte présomption pour admettre » que notre collègue a reconnu les véritables lois qui président à la » formation des montagnes. »

Le Président termine cette allocution en invitant la Société à procéder à la constitution de son bureau pour la durée de la session.

M. Lory est nommé président à l'unanimité.

MM. Renevier, Jaubert, Pillet sont nommés vice-présidents.

Sur la proposition du Président, l'assemblée nomme secrétaires MM. L. Carez et de Lamothe.

Le bureau étant constitué, M. **Lory** prend place au fauteuil et prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Suivant un précédent qui a été appliqué dans plusieurs de vos » réunions extraordinaires, vous avez cru devoir appeler à la présidence de la session, le plus ancien pionnier de la géologie locale. » A ce titre, je ne peux me dérober à l'insigne honneur que vous » voulez bien me faire, mais je ne puis m'empêcher de manifester » mes appréhensions et le sentiment de mon insuffisance, en présence de cette double tâche d'avoir à présider vos séances et à vous » servir de guide dans les excursions. J'espère du moins que plusieurs de nos éminents confrères, que leur haute autorité scientifique désignait à vos suffrages pour occuper ce fauteuil, se trouveront ainsi d'autant plus à même de prendre la parole et d'accroître » l'importance de nos discussions.

» C'est pour la deuxième fois que la ville de Grenoble est choisie » pour siège d'une réunion extraordinaire de la Société géologique » de France. Le premier exemple d'un pareil honneur a eu lieu seulement l'an dernier, pour la ville de Boulogne, 41 ans après la » réunion qui s'y était tenue en 1839. Mais Grenoble pouvait depuis » longtemps compter que cette faveur lui était réservée, car, en » 1840, la Société avait terminé sa session, dans ce centre si intéres- » de nos Alpes françaises, en exprimant formellement le vœu d'y » tenir une nouvelle réunion.

» Dans cet intervalle de 41 ans, la géologie a fait de grands

» progrès, et bien des questions ont été éclaircies; d'autres aussi
» ont surgi et appellent des études nouvelles.

» La réunion à Grenoble, en 1840, fut présidée par mon éminent et
» vénéré prédécesseur M. Gueymard, et les comptes rendus de cette
» session, témoignent de la sagacité et de la sûreté d'observation avec
» laquelle il sut éclairer l'opinion de la Société, dans une des ques-
» tions brûlantes de cette époque, celle de l'âge des grès à anthra-
» cite des Alpes. En se tenant dans une réserve complète à l'égard des
» grès à anthracite de la Savoie et des Hautes-Alpes, rapportés par
» M. Elie de Beaumont au terrain jurassique, M. Gueymard en sépa-
» rait nettement la cause de ceux de l'Isère et montrait ceux-ci à
» nos confrères, dans les environs de la Mure, présentant toutes les
» allures du vrai terrain *houiller* et parfaitement séparés du *Lias*, qui
» les recouvre en stratification nettement discordante. Ce n'est que
» vingt-un ans plus tard, après une moisson de documents nou-
» veaux recueillis dans les localités critiques de la Savoie et du
» Briançonnais, que cette question des grès à anthracite, si long-
» temps débattue, pût être tranchée définitivement dans la réunion
» de la Société géologique à Saint-Jean de Maurienne.

» Aujourd'hui, nous n'aurons plus à nous occuper de cette que-
» relle, qui tient une si grande place dans l'histoire de la géologie
» alpine; mais d'autres études nous ramèneront nécessairement sur
» les traces de nos devanciers. En 1840, la série des assises jurassi-
» ques et crétacées de nos chaînes subalpines était encore, on peut
» le dire, à peu près inconnue, et elle donne lieu aujourd'hui aux
» questions les plus attrayantes. Les gypses de Vizille, considérés à
» cette époque, comme provenant d'une altération locale des cal-
» caires du *Lias*, rentrent aujourd'hui régulièrement dans le terrain
» du *Trias*. Les schistes cristallins de nos chaînes alpines, les
» roches granitoïdes et diverses roches éruptives de la même région,
» appellent des études pétrographiques précises et aussi des observa-
» tions sur place, pour fixer leurs âges relatifs. Enfin les rapports
» stratigraphiques des terrains secondaires et tertiaires entre eux et
» avec les terrains anciens des chaînes centrales, donnent lieu à des
» sujets d'observation du plus haut intérêt pour déterminer le mode
» et les diverses époques des dislocations qu'ils ont éprouvées et
» desquelles résultent les merveilleux accidents de l'orographie
» alpine.

» Tels sont, messieurs et chers confrères, quelques-uns des objets
» sur lesquels se porteront nécessairement nos recherches, dans des
» limites qui seront malheureusement restreintes par le temps trop
» court dont vous pouvez disposer et par les difficultés de parcours

» que les grandes montagnes présentent toujours pour des réunions
» un peu nombreuses. Voué depuis trente-deux ans à l'étude de ce
» pays, je serai heureux de vous en faciliter l'exploration et d'appe-
» ler sur mes travaux le contrôle qui résultera naturellement de vos
» observations. »

Le Président communique ensuite à la Société des lettres de MM. Jacquot, Delaire, de Lapparent, Fischer, Michel-Lévy et Capellini, qui expriment le regret de ne pouvoir assister à la réunion.

Il annonce ensuite cinq présentations.

Il soumet à la réunion le programme des excursions précédemment présenté au conseil de la Société, à Paris. Ce programme est adopté dans les termes suivants, y compris l'excursion d'Allevard, qui est fixée au lundi 12 :

Dimanche 4 septembre. Après la séance d'ouverture et la constitution du bureau, excursion aux carrières de la *Porte de France*, aux exploitations de *ciment*, et au plateau de la Bastille.

Le soir, à 8 heures, deuxième séance.

Lundi 5. Départ, en voiture, pour la Grande-Chartreuse, avec arrêts pour explorations au Fontanil, au Chevallon, à Voreppe et sur le trajet de Saint-Laurent du Pont à la Grande-Chartreuse. — Coucher à la Grande-Chartreuse.

Mardi 6. Dans la matinée, excursions simultanées, l'une sur la route forestière de Chartreusette, l'autre au sommet du Grand-Som ; (série *crétacée*, *sénonien* fossilifère, etc.) — Dans l'après-midi, retour à Grenoble.

Mercredi 7. De Grenoble à Sassenage et à l'Échaillon (*sénonien* alpin ; série *néocomienne ; corallien* de l'Échaillon). — Retour à Grenoble ; séance.

Jeudi 8. Départ de Grenoble (en chemin de fer), pour Vizille. Excursion aux carrières de *gypse* de Champs et de Vizille : *Lias*, *Infrà-lias*, gypse et anhydrite *triasiques*, *spilites*, etc. — Trajet (en voiture) de Vizille au Bourg-d'Oisans ; étude des schistes cristallins (schistes *chloriteux*, schistes *amphiboliques*, *micaschistes*) ; ardoises du *lias*. — Séance et coucher au Bourg-d'Oisans.

Vendredi 9. Du Bourg-d'Oisans à la Grave (en voiture) ; schistes cristallins ; *protogine ; grès houiller* serré, en concordance, dans les replis des schistes cristallins ; *Lias* et *Trias* sur les tranches de ces terrains anciens ; filons de *galène* du Grand-Clos, etc... — Coucher à la Grave.

Samedi 10. Excursion au glacier de la Grave : superposition (par faille oblique) de la *protogine* sur le *Lias*. Retour au Bourg-d'Oisans (en voiture).

Dimanche 11. A midi, séance de clôture de la réunion à Grenoble.

Lundi 12. Départ, en chemin de fer, pour le Cheylas; trajet du Cheylas à Allevard, par les mines de *fer spathique* de la Tailla, exploitées par la compagnie du Creuzot; *schistes cristallins; grès bigarré*, *dolomies* et *gypses* du *Trias* et calcaires du *Lias*, en discordance avec les schistes cristallins. *Eaux sulfureuses d'Allevard.* — Coucher à Allevard.

Mardi 13. — Retour à Grenoble, et clôture des excursions.

M. **Hébert**, au nom de M. **Capellini**, invite les membres de l'ancien conseil du Congrès géologique de Paris à se trouver à Bologne le 24, pour prendre part, le 25, aux séances préparatoires du Congrès géologique international de cette année.

Des programmes relatifs à la réunion de ce Congrès sont adressés par M. Capellini à la Société géologique et mis à la disposition des membres de la réunion.

La séance est levée à 1 heure et demie et la Société se dirige vers les carrières de la Porte de France.

Deuxième Séance du 4 *Septembre* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. LORY.

La séance est ouverte à 8 heures et demie dans l'amphithéâtre de la Faculté des Sciences de Grenoble.

M. de Lamothe, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, qui est adopté.

M. de Rouville offre à la Société, de la part de M. **Roche**, membre correspondant de l'Institut, un exemplaire d'un *Mémoire sur la constitution intérieure du globe terrestre.*

M. **de Rouville** appelle l'attention de la réunion sur les travaux de M. Roche, qui ont pour objet l'étude de la structure interne du globe. Ce savant mathématicien, en s'appuyant sur la valeur de l'aplatissement polaire, et sur celle de la précession des équinoxes, arrive à cette conclusion, que la terre doit être en majeure partie solide à l'intérieur. Elle serait formée d'un noyau sensiblement homogène, avec une légère condensation vers le centre; la densité de ce noyau serait voisine de 7. Cette masse solide serait enveloppée par une couche assez mince et bien plus légère, qui est, peut-être, encore liquide ou du moins pâteuse à une certaine profondeur; la densité de cette enveloppe peut être estimée à 3; son épaisseur n'atteindrait pas 1/6 du rayon de la terre.

Le Président prie M. de Rouville de transmettre à M. Roche les remerciements de la Société pour cette importante communication.

Il rend compte ensuite de l'excursion faite dans l'après-midi par la Société.

Compte rendu de la course du 4 septembre, aux carrières de la Porte de France, aux exploitations de ciment et au plateau de la Bastille,

par M. Lory.

Les calcaires de la Porte de France sont depuis longtemps célèbres en géologie : ils étaient, au commencement de ce siècle, un des types du *calcaire alpin ;* plus tard, Haussmann les considérait comme correspondant au Muschelkalk: puis, lorsque furent établis les grands principes de la paléontologie stratigraphique, ils furent rapportés, par Brongniart et par de Buch, à cette partie des terrains secondaires qui reçut le nom de *terrain jurassique.* En 1829, Élie de Beaumont les regardait comme les équivalents des grandes assises calcaires qui forment les sommets les plus élevés du Jura méridional, tels que la Dôle ou le Reculet : l'éminent stratigraphe établissait évidemment ce rapprochement d'après la superposition des uns comme des autres sur l'ensemble de calcaires argileux et de marnes qui représentent, dans les Alpes, comme dans le sud du Jura, la continuation amplifiée des marnes *oxfordiennes.*

Depuis trente et quelques années, les fossiles recueillis dans plusieurs couches de ces calcaires et dans d'autres stations analogues, ont donné lieu à des déterminations et à des appréciations diverses, et la Porte de France a été l'un des points de départ d'une des discussions qui ont le plus vivement préoccupé les paléontologistes et les stratigraphes.

La Société devait donner à ces calcaires, une attention toute spéciale, et elle les a étudiés d'abord dans l'ancienne carrière du quai de France ou *intrà-muros*, puis dans les carrières actuelles, en dehors de la Porte de France.

La coupe ci-contre représente, avec leur inclinaison réelle et à l'échelle de $\frac{1}{2,000}$ la succession des couches que l'on observe depuis le Pont de Pierre jusqu'à la Porte de France, et ensuite jusqu'aux couches à ciment et à chaux hydraulique de la carrière *extrà muros.*

Légende

a	*Alluvions modernes*
a'	*Alluvions anciennes.*
m	*Mollasse.*
p	*Poudingues*
l	*Lignite de Pommiers.*
s	*Sables bigarrés et argiles réfractaires (éocène)*
C	*Craie à Belemnitella mucronata.*
g	*Gault*
u^2	*Urgonien supérieur.*
o	*Couches à orbitolines.*
u^1	*Urgonien inférieur.*
n	*Néocomien ppt dit*
v	*Valanginien.*
i-n	*Marnes à Bel. latus.*
ci	*Couches à ciment de la Porte de France, (faune de Berrias).*
ti	*Couches tithoniques; Aizy; calcaire à Terebr. janitor.*
J^4	*Corallien de l'Echaillon.*
J^3	*Calc. à Amm. tenuilobatus.*
J^2	*Oxfordien.*
J^1	*Kellovien*
J_I	*Bathonien*
J_{II}	*Bajocien.*

Fig. 1 __ Vallée de l'Isère en aval de Grenoble, rive gauche __ Ech: $\frac{1}{50.000}$

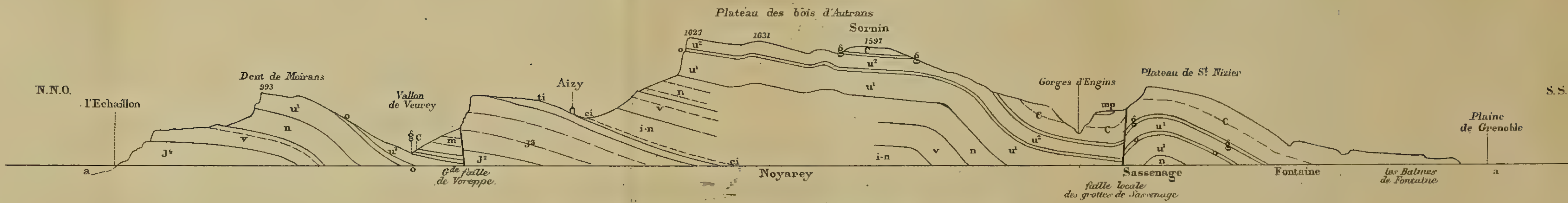

N.N.O.
l'Echaillon
Dent de Moirans
993
Vallon de Veurey
Aizy
Plateau des bois d'Autrans
1627
1631
Sornin
1597
Gorges d'Engins
Plateau de St Nizier
S.S.
Plaine de Grenoble
a
Gde faille de Voreppe
Noyarey
Sassenage
faille locale des grottes de Sassenage
Fontaine
les Balmes de Fontaine
J4
v
n
u1
u2
o
g
C
m
J2
J3
ti
ci
i-n
mp

Fig. 2 __ Vallée de l'Isère en aval de Grenoble, rive droite __ Ech: $\frac{1}{50.000}$

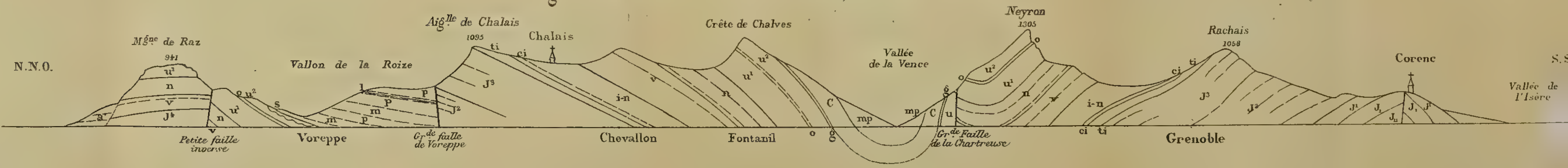

N.N.O.
Mgne de Raz
941
Vallon de la Roize
Aiglle de Chalais
1095
Chalais
Crête de Chalves
Vallée de la Vence
Neyron
1305
Rachais
1058
Corenc
S.S.
Vallée de l'Isère
Petite faille inverse
Voreppe
Gr de faille de Voreppe
Chevallon
Fontanil
Gr de Faille de la Chartreuse
Grenoble
a'
J4
u2
n
v
u1
s
l
p
m
J2
J3
ti
ci
i-n
C
mp
g
o
u
J1
JI
JII

Fig. 3 _ Ech: $\frac{1}{50.000}$

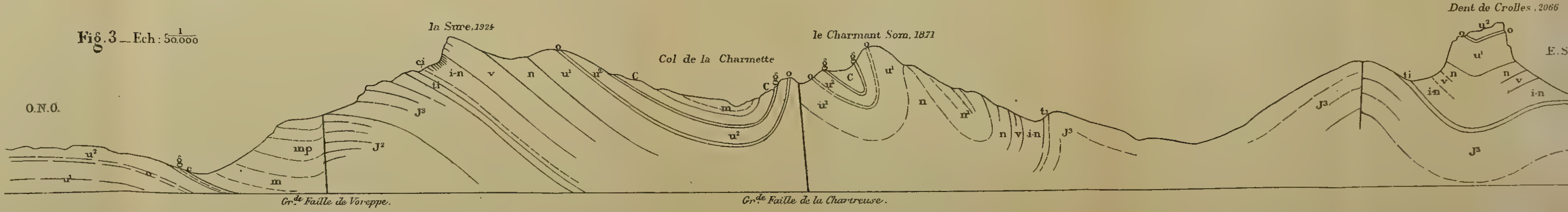
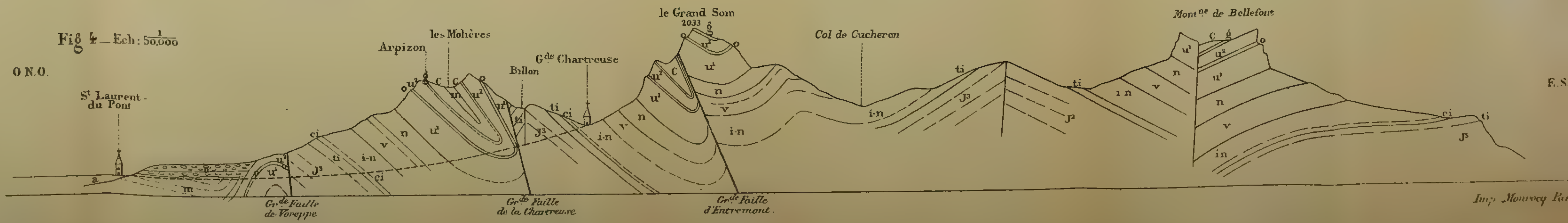

O.N.O.
la Sure, 1924
Col de la Charmette
le Charmant Som, 1871
Dent de Crolles, 2066
E.S.
Grde Faille de Voreppe.
Grde Faille de la Chartreuse.
u2
u1
g
C
m
mp
J2
J3
ti
ci
i-n
v
n
o

Fig. 4 _ Ech: $\frac{1}{50.000}$

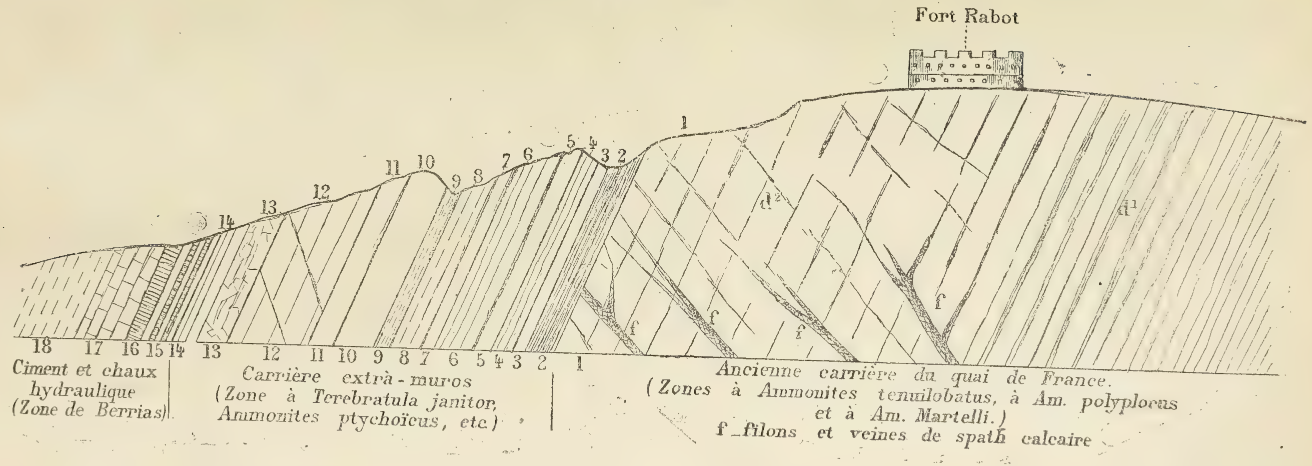

O.N.O.
St Laurent du Pont
Arpizon
les Molières
Billon
Gde Chartreuse
le Grand Som
2033
Col de Cucheron
Montne de Bellefont
E.S.
Grde Faille de Voreppe
Grde Faille de la Chartreuse
Grde Faille d'Entremont.
a
m
u1
u2
o
g
C
n
v
i-n
ti
ci
J3
J2

Gravé chez L. Wuhrer r. de l'Abbé de l'Epée 4

Imp. Monrocq Par

Fig. 1 _ Coupe des couches de la Porte de France, à Grenoble

Echelle : $\frac{1}{2.000}$


Fort Rabot
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
d¹
d²
f
Ciment et chaux hydraulique (Zone de Berrias)
Carrière extrà-muros (Zone à Terebratula janitor, Ammonites ptychoïcus, etc.)
Ancienne carrière du quai de France. (Zones à Ammonites tenuilobatus, à Am. polyplocus et à Am. Martelli.)
f _ filons et veines de spath calcaire

L'assise la plus inférieure se compose de calcaires argileux noirs, en bancs minces, séparés par des feuillets marneux; leur tranche est visible, sur plus de cinquante mètres d'épaisseur, directement en face du pont; mais elle est en partie masquée par les maisons du quai qui lui sont immédiatement adossées. Les dernières couches de cette assise peuvent être commodément examinées dans l'ancienne carrière, à l'extrémité la plus voisine du pont. On y aperçoit des empreintes d'ammonites, dont quelques-unes, d'assez grande taille, appartiennent à l'*Amm. Martelli*, Opp., et d'autres aux *Amm. tortisulcatus*, d'Orb. et *canaliculatus*, de Buch (?).

Par ces fossiles, aussi bien que par leur aspect caractéristique, ces couches représentent les couches d'Effingen du Jura argovien, les calcaires argileux exploités pour chaux hydrauliques et ciments dans le Jura suisse et dans le département de l'Ain; et c'est également à cette assise, mais à un niveau un peu inférieur, que se rapportent, dans l'arrondissement de Grenoble, les exploitations analogues des environs de Vif, de Saint-Ismier, de Crolles, etc. Quant au ciment de la Porte de France, nous allons reconnaître bientôt que sa situation géologique est toute différente.

Au-dessus de cette assise *c*, dont nous aurons l'occasion de constater, au retour, la puissance considérable, l'ancienne carrière du quai de France montre, sur 50 mètres d'épaisseur, des calcaires en bancs généralement minces, entremêlés de quelques petits lits de marnes. Parmi les bancs les plus inférieurs se trouvent encore des calcaires assez argileux pour donner des chaux hydrauliques : ils ont été exploités à cet effet, lors des travaux des fortifications de Grenoble, il y a environ cinquante ans. Cet ensemble de couches d^1, est pauvre en fossiles; sa coupe abrupte, masquée, dans le bas, par un talus de débris, se prête difficilement à des recherches, en ce point; nous le retrouverons dans des conditions un peu plus favorables, sur le plateau de la Bastille. Il se lie, d'ailleurs étroitement avec la grande assise suivante des calcaires compacts dont il forme la base. On peut vraisemblablement assimiler cette partie de notre coupe aux bancs minces de la partie moyenne de la montagne de Crussol, désignés par M. Huguenin sous le nom de *zone* à *Ammonites platynotus* (1).

Vient ensuite la grande masse des calcaires compacts, en gros bancs, a^2, qui ont fourni autrefois, et même encore il y a moins de cinquante ans, la plus grande partie des pierres de taille pour les constructions de Grenoble et de ses remparts. C'est à ces calcaires, dont l'épaisseur, mesurée dans la carrière même, est de 120 mètres, qu'a été appliquée particulièrement, dans le principe, la dénomination de *calcaires de la Porte de France*, sous laquelle ils étaient cités comme un des types du *calcaire alpin*.

---

(1) *Bull.*. 3e série, t. II, p. 519.

Ces calcaires compacts sont d'un brun foncé, dû entièrement à des matières charbonneuses et bitumineuses; par l'exposition à l'air, ils deviennent, à la surface, d'un gris cendré, et ils donnent, par la cuisson, des chaux grasses très blanches. La matière charbonneuse se concentre et se montre avec une teinte plus noire dans tous les joints et toutes les fissures intérieures. Un autre caractère de ces calcaires, signalé aussi depuis longtemps, consiste dans les veines de calcaire spathique, d'un blanc laiteux, dont ils sont traversés, et qui prennent quelquefois l'importance et la régularité de véritables filons. Nous en avons observé plusieurs, près de la rampe d'accès des fours à chaux de MM. Dumolard. Sur certains points, ces filons sont renflés jusqu'à une épaisseur de 1^m à 1^m 50, et ont empâté de nombreux fragments anguleux de la roche encaissante; il en résulte des *brèches* noires et blanches, qui ont été exploitées comme marbres d'un assez bel effet. Les plus importants de ces filons spathiques se montrent ici comme à peu près perpendiculaires à la stratification (1); mais ils se ramifient en veines diversement inclinées. D'autres veines spathiques, d'une structure souvent fibreuse, suivent les joints des couches, et présentent des *miroirs*, des stries, qui témoignent du glissement des bancs les uns sur les autres, pendant et après la formation des veines.

Les calcaires compacts d^2, dont les bancs ont des épaisseurs très diverses, de 1 à 10 mètres et même plus, et ne sont que rarement séparés par quelques feuillets marneux très minces, présentent une stratification de plus en plus massive, à mesure qu'on avance vers l'extrémité nord-ouest de la carrière. Ils ont toujours été très pauvres en fossiles, et leur exploitation ayant été arrêtée depuis plus de 35 ans, à l'aplomb des murs du fort Rabot, il n'est plus possible d'y apercevoir que quelques fragments insignifiants de bélemnites, d'ammonites et d'*Aptychus*. Le seul fossile mentionné par Albin Gras (*Catal. des foss. de l'Isère*, 1852) comme provenant de la carrière *intrà-muros* est un mauvais exemplaire d'ammonite, très déformé, qu'il rapportait, avec doute, à l'*Amm. babeanus*, d'Orb., et qui me paraît être *Amm. iphicerus*, Opp. Malgré cette rareté des fossiles, il ne saurait être douteux que nos calcaires de la Porte de France *intrà-muros* correspondent aux calcaires des carrières de Crussol, des carrières de Lémenc, etc., et représentent, comme eux, la *zone à Ammonites tenuilobatus*.

---

(1) M. Ebray a insisté sur cette disposition (*Bull.*, 2e série, t. XXVI, p. 395); mais il est à remarquer que la figure qu'il en a tracée, sans doute de souvenir, et non sur place, indique des inclinaisons de sens inverses à la réalité.

La limite supérieure de cette assise est indiquée, à l'extrémité nord-ouest de la carrière du quai de France, par un petit paquet de couches minces, grumeleuses, tranchant brusquement avec le dernier gros banc massif sur lequel elles s'appuient. Au-dessus, on aperçoit encore d'autres calcaires compacts, en lits d'épaisseurs diverses, couronnés par une corniche surplombante de gros bancs massifs : ces derniers, non entamés dans la carrière, vont former, un peu plus au midi, le massif rocheux auquel est appliquée l'ancienne Porte de France. Pour les étudier en détail, il suffit de se transporter dans la carrière dite *extrà-muros* de MM. Carrière frères et C^{ie}.

La base des bancs exploités dans celle-ci, est formée, à son rebord sud-est, par les derniers bancs d^2, sur lequels on voit s'appuyer, comme dans l'ancienne carrière du quai de France, le paquet de lits minces, grumeleux, commencement de l'assise supérieure. Dans ces derniers bancs, d^2, on reconnaît encore le type décrit ci-dessus, les veines de calcaire spathique, qui y sont encore très abondantes et largement cristallines : on y a trouvé quelques très mauvais exemplaires d'ammonites (*Ammonites Lothari*, Opp. ?, *Amm. compsus*, id. ?) et des *Aptychus* imbriqués.

Tout le massif en dessus, entamé par la carrière de pierre de taille *extrà-muros*, appartient à une autre série de couches ; malgré l'analogie d'aspect pétrographique, il contient une faune très différente, la faune dite *tithonique*. On peut ajouter, comme caractère empirique qui n'est pas sans valeur dans ce pays, que les filons spathiques, si abondamment développés dans les calcaires inférieurs ne se continuent pas dans ceux-ci, où l'on ne trouve plus que des veinules bien moindres et sans continuité, remplies d'un spath moins laiteux ou même presque limpide. La coupe de la carrière donne la succession suivante :

1. Paroi orientale, formée par les gros bancs à veines spathiques que nous venons d'indiquer (derniers bancs de l'assise d^2).

2. Paquets de nombreux lits minces, grumeleux, à surface ondulée et rugueuse, séparés par de petits feuillets marneux, laminés et luisants; quelques *Aptychus ;* ensemble, 7 mètres.

3. Petits bancs calcaires séparés par de très minces filets argileux : 3^{m}20.

4. Trois bancs compacts, puis deux plus minces, les derniers alternant avec des lits marneux : 4^{m}80. — C'est surtout dans ces bancs et ces feuillets marneux que se trouvent les *Aptychus*, lisses ou imbriqués, avec quelques ammonites (*Ammonites silesiacus*, Opp., *A. Staszycii*, Zeusch., *A. Loryi*, Héb. et l'exemplaire figuré par Pictet (*Mél. paléont.* pl. 36) sous le nom d'*Amm. tenuilobatus*, Opp. Dans un

des feuillets marneux, j'ai recueilli un grand *Aptychus* lisse, de 0m 10 sur 0m 08.

5. Gros banc unique, noir, de structure grumeleuse et un peu grossière, 3m 70.

6. Groupe de bancs de calcaires compacts, d'épaisseurs variables, exploités comme pierre de taille : 10 mètres.

7. Banc dit de trois mètres, très régulier : 3 mètres.

8. Groupe de bancs calcaires minces, entremêlés de lits irréguliers, dont un à surface contournée, dit *banc tordu* et un autre marneux, se délitant en menus fragments ; total : 7m 50.

9. Ensemble de lits peu distincts, enlevés par l'exploitation pour mettre en surplomb la grosse masse suivante et en faciliter l'abattage : 4m30. — C'est dans la série de ces cinq derniers numéros, surtout dans le nº 6, qu'ont été trouvés, en exemplaires peu nombreux, la plupart des espèces décrites par Pictet et particulièrement les ammonites dont les déterminations diverses ont joué le principal rôle dans les discussions relatives à l'âge de ces calcaires. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces fossiles. Les térébratules trouées (*Terebratula janitor*, Pict.) commencent à se montrer dans ces bancs, mais encore peu abondantes.

10. Grande masse formant un banc unique, divisé irrégulièrement par des fissures, 13m 60 ; gisement principal de la *Terebratula janitor*, qui s'y trouve à peu près seule.

11. Gros banc de calcaire noir de 6m 80 ; la même térébratule y est encore assez commune.

12. Massif peu distinctement stratifié, découpé par des failles à surfaces de glissement polies et striées ; 21 mètres ; il est formé de calcaires très compacts à pâte très fine, moins foncés que les précédents.

13. Onze bancs d'un grain de plus en plus fin ; total : 10 mètres.

14. Deux bancs à pâte très fine, lithographique, 0m 30 et 0m 85.

La *Terebratula janitor* se trouve encore dans ces couches les plus élevées, moins commune, mais d'une plus belle conservation que dans les précédentes. On y a aussi recueilli le *Metaphorhinus transversus*, et on y aperçoit des sections d'*Aptychus*, d'ammonites et de bélemnites ; nous y avons vu aussi quelques traces de polypiers et des radioles d'oursins. Nous retrouvons plus loin les mêmes fossiles dans la continuation de ces couches sur le flanc du mont Rachais.

Après ces derniers bancs de calcaires compacts, d'un grain plus fin et d'une teinte plus claire que les gros bancs inférieurs, on voit un changement brusque dans l'aspect et la nature des roches : on passe à une assise de calcaires argileux tendres, d'un noir bleuâtre, bitumineux, parmi lesquels se rencontrent les couches exploitées pour la fabrication du *ciment de la Porte de France*, caractérisées par une teneur moyenne en argile d'environ 24 0/0.

Le détail des bancs de cette carrière, qui a été le point de départ de l'industrie florissante des ciments de Grenoble, se présente ainsi qu'il suit :

1º Quatre bancs tenant environ 18 0/0 d'argile, ensemble.	1m 40.
2º Première petite couche à *ciment*.	1m 20.

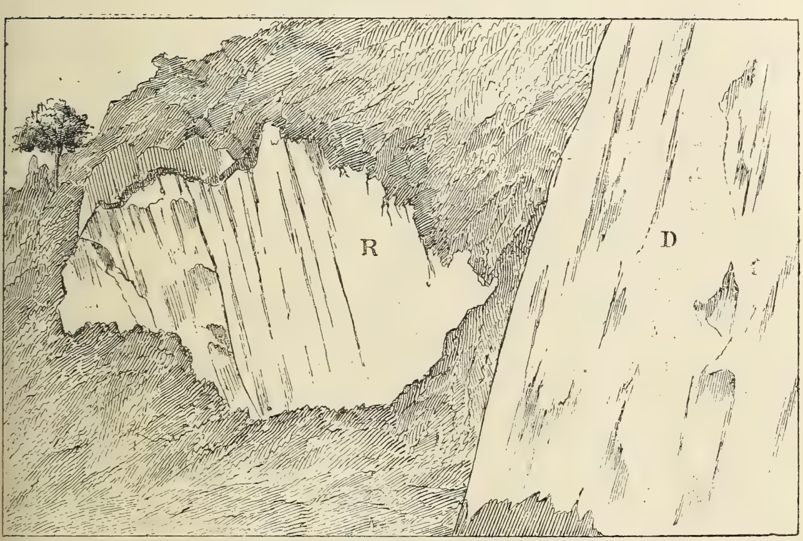
3° Calcaire à chaux limite (21 0/0 d'argile)	0^{m}80.
4° Deuxième petite couche à ciment	1^{m}25.
5° Calcaire à 21 0/0 d'argile environ	1^{m}60.
6° Grande couche à ciment (24 0/0 d'argile, en moyenne)	4^{m}00.
7° Couches à chaux hydraulique (12 à 14 0/0 argile)	2^{m}60.
8° Calcaires tenant 10 à 12 0/0 d'argile, massif confus	10^{m}00.

Les premiers sont remplis d'empreintes d'ammonites, écrasées et difficiles à dégager, à cause de la fragilité de la roche : ce sont les ammonites caractéristiques de la *faune de Berrias*, et particulièrement les plus abondantes sont *Ammonites privasensis*, Pict., *A. occitanicus*, Pict., *A. Malbosi*, Pict. La Société en a vu, en place, un grand nombre, entre autres, une très belle, de grande taille, que MM. Carrière frères se sont gracieusement offert à essayer de dégager, avec toutes les précautions convenables. Dans les couches à ciment, les fossiles sont plus rares, mais on y trouve encore les mêmes ammonites, et aussi, quelquefois, des exemplaires déformés, mais très reconnaissables, de *Terebratula janitor;* il est même à noter que, jusqu'ici, la *T. diphyoïdes* n'y a pas été rencontrée.

Le caractère *bitumineux*, très prononcé dans toute cette assise, se manifeste non seulement par l'odeur, mais encore par des suintements de bitume liquide ou semi-liquide, dans les fissures des roches. Une autre particularité assez fréquente est la présence du *sulfate de strontiane*, que l'on trouve cristallisé, avec une structure généralement fibreuse, dans les fissures de ces calcaires bitumineux.

En sortant de cette ancienne carrière par le petit tunnel qui débouche sur le nouveau chemin de Quaix, nous avons vu la même assise s'accroître d'une grande épaisseur d'autres couches analogues, inclinées, comme tout l'ensemble précédent, d'environ 65° et plongeant à l'O.-N.-O. Mais près des fours à ciment de MM. Dumolard, nous avons observé une inclinaison de sens inverse; et en montant des fours à la carrière située en dessus, nous avons vu, dans celle-ci, un reste de l'affleurement des couches à ciment, qu'on y a exploitées, qui semblent enfoncer sous un grand massif de calcaires compacts semblables à ceux de la carrière de la Porte de France; les gros bancs de ce massif ont aussi fourni quelques exemplaires de *Terebratula janitor*. La superposition de ces calcaires aux couches à ciment résulte d'un renversement local, que l'on peut constater de la manière la plus nette, en sortant de cette carrière, sur l'ancien chemin qui descendait vers celle de la Porte de France. On voit, au bord de ce chemin, la surface complètement dégagée, d'un des gros bancs calcaires les plus rapprochés des couches à ciment, inclinée encore, comme en bas, de 65° vers l'ouest, se gauchir et se tordre subitement et prendre ainsi, à quelques mètres de distance, une inclinaison en surplomb, à peu près de même valeur, mais de sens inverse. Les autres bancs de calcaires et ceux de l'assise à ciment se contournent de même, et se montrent ainsi en superposition renversée; mais déjà, à la limite supérieure de cette carrière, on les voit s'infléchir à nouveau pour repasser par la position verticale, et en dessus, un peu plus loin, reprendre leur sens d'inclinaison normal, plongeant régulièrement vers l'O.-N-.O. Le renversement, pour les couches en question, n'existe donc que sur une hauteur d'une quinzaine de mètres environ : mais c'est un des exemples les plus nets de ce genre d'accidents stratigraphiques que l'on puisse, en quelque sorte, saisir sur le fait et suivre dans tous ses détails.

Fig. 2.



Renversement local de la stratification, entre la carrière de la Porte de France (extrà-muros) et la carrière Dumolard (calque d'une photographie). — D. surface supérieure d'un des bancs à *Terebratula janitor*, les plus rapprochés des couches à ciment. — R. même surface, en situation renversée.

Un contournement aussi brusque n'a pu avoir lieu sans des déchirements et des glissements locaux des couches les unes sur les autres : aussi, dans la carrière Dumolard, on remarque que l'intervalle entre la grande couche de ciment et les gros bancs de calcaire compact à *Terebratula janitor*, en superposition renversée, est bien moindre que dans la carrière de la Porte de France. Les couches intermédiaires ont été rompues et ont disparu, en grande partie, dans le glissement. Un autre déchirement s'est produit, entre cette partie renversée et la continuation des mêmes couches reprenant leur sens normal d'inclinaison, dans le haut de la montagne : il en est résulté une grande cassure béante, une interruption locale, à laquelle est venue se terminer l'exploitation et qui, depuis quelques années, a forcé les exploitants d'aller rechercher les couches à ciment beaucoup plus loin et plus haut, sur le versant occidental du mont Rachais (Pl. XVI, fig. 2.).

La Société a pu suivre les détails de ces faits intéressants, en continuant à monter par la route de Quaix, où elle a observé une grande épaisseur (plus de 100 mètres) de calcaires argileux en bancs minces, superposés aux couches à ciment, et plongeant, à l'ouest, sous les marnes bleuâtres, très tendres, du vallon de Saint-Martin-le-Vinoux. Dans ces marnes, on trouve le *Belemnites latus* et quelques ammonites de la faune néocomienne inférieure (*Amm. semisulcatus*, *A. neocomiensis*, *A. Tethys*), assez rares et en très mauvais état de conservation. Ce n'est qu'à quelques lieues au sud de Grenoble, dans le vallon de Gresse, et au pied du Mont-Aiguille, que ces ammonites deviennent abondantes, à l'état de moules pyriteux, comme à Saint-Julien-en-Beauchêne et autres localités bien connues du sud du Dauphiné et des Basses-Alpes.

D'autres observations intéressantes ont été faites, dans ce trajet, au sujet des *blocs erratiques* et des *boues glaciaires à cailloux striés ;* la Société a pu constater qu'il y a eu, sur ce point, réunion et mélange des matériaux glaciaires venant du bassin du Drac et des massifs de l'Oisans, caractérisés par des variétés spéciales de *protogine*, par des *spilites*, etc., avec d'autres matériaux qui ne peuvent provenir que des hautes vallées savoisiennes (*quartzites* triasiques, *grès anthracifères* schisteux de la Haute-Maurienne, etc.). Le promontoire rocheux qui domine Grenoble, devait être, en effet à l'époque glaciaire, au confluent du grand glacier dauphinois, remplissant les bassins du Drac et de la Romanche, et d'une branche importante du grand glacier savoisien, arrivant par la large vallée de l'Isère. Ces deux glaciers réunis devaient sortir par la coupure, bien plus étroite, en aval de Grenoble ; et, à partir de ce point, les blocs de la Maurienne sont mêlés avec ceux des Alpes dauphinoises sur les pentes des montagnes de la rive droite, à Grenoble, Saint-Égrève, Voreppe, etc., tandis que ces derniers sont seuls sur les pentes de la rive gauche, au-dessus de Sassenage, Noyarey et Veurey.

Des deux côtés, on les trouve, sur ces pentes, jusqu'à environ 1200 mètres d'altitude.

Quittant la route pour remonter, à droite, par le chemin de Mont-Jala, la Société a traversé, de nouveau, toute l'épaisseur des calcaires argilo-bitumineux (assise de Berrias). Elle a trouvé, dans les couches supérieures de cette assise, *Metaporhinus transversus*, *Belemnites latus*, *Ammonites astierianus* (?).

Les couches sont inclinées dans le même sens, mais un peu moins fortement que dans l'ancienne carrière à ciment de la Porte de France, et l'on voit reparaître de même, à la base de cette assise, la grosse couche à ciment et les deux petits bancs annexes ; par le chemin que nous avons suivi, nous les avons atteints à l'endroit où est ouverte maintenant la carrière de MM. Dumolard; en abordant le flanc de la montagne par un sentier situé plus bas, nous serions arrivés d'abord à celle de MM. Carrière.

Les pierres à ciment provenant des galeries de ces exploitations sont descendues aux fours à l'aide de câbles inclinés : ceux de MM. Dumolard, partant du plateau de Mont-Jala, ont une longueur de 540 mètres, pour 300 de hauteur verticale. La Société ne saurait oublier d'exprimer sa gratitude pour la complaisance avec laquelle MM. Dumolard lui ont fait visiter les détails de cette remarquable exploitation, et aussi pour la gracieuse surprise qu'ils lui avaient préparée à la cantine de la carrière de Mont-Jala.

En quittant les couches à ciment, nous avons retrouvé, d'abord, des bancs à pâte fine, lithographique, dans lesquels j'ai recueilli autrefois les *Ammonites berriasensis* et *A. astierianus* figurés par Pictet dans les *Mélanges paléontologiques* (Pl. XXXVII *bis* et XXXVIII) ; puis des calcaires compacts, en gros bancs, où nous avons vu un exemplaire de *Terebratula janitor*, et d'autres contenant *Ammonites Staszyci*, *A. silesiacus*, Opp., *A. Loryi*, Héb., etc., et enfin une grande épaisseur de calcaires à veines spathiques, correspondant à ceux de la carrière de Grenoble *intrà-muros*, à travers lesquels nous sommes descendus jusqu'au plateau de la Bastille.

On voit à découvert, sur ce plateau, les tranches de quelques couches grumeleuses, entremêlées de feuillets marneux, qui ne sont pas observables dans la carrière du quai de France : elles appartiennent à la base de la zone à *Ammonites tenuilobatus* : on y trouve *Ammonites tortisulcatus*, *A. oculatus*, *A. platynotus*, et particulièrement *Holectypus orificiatus*, Schl., assez fréquent.

Du plateau de la Bastille, nous sommes descendus par le versant oriental, à travers les vignes de la Tronche; nous avons traversé, dans ce trajet, les calcaires en bancs minces, de plus en plus argileux, qui correspondent, d'abord aux bancs les plus inférieurs de la carrière du quai de France, puis à la zone à *Ammonites Martelli*, *A. canaliculatus*, etc. (Voir la coupe d'ensemble, pl. XVII, fig. 5.)

Les dépôts glaciaires superficiels nous ont encore fourni, sur ce versant, des sujets intéressants d'observation ; ici, les blocs erratiques sont, presque tous, d'origine savoisienne : parmi eux, prédominent les *quartzites triasiques* et les *grès anthracifères*, plus ou moins schisteux, laminés par une forte pression, qui viennent de la Haute-Maurienne, avec les gneiss granitoïdes, à grands cristaux d'orthose, qui viennent des parties de la chaîne de Belledonne situées entre Allevard et Saint-Jean de Maurienne. Nous avons vu, à mi-côte, dans les vignes, un magnifique bloc d'un grès anthracifère, tout à fait analogue à celui qu'on exploite à la station de la Praz, entre Saint-Michel et Modane : c'est un des plus remarquables des environs de Grenoble ; il est à regretter qu'on en ait fait sauter une partie à la mine, il y a une dizaine d'années.

Entre la Tronche et la porte Saint-Laurent, par laquelle nous sommes rentrés à Grenoble, nous avons vu, au bord de la grande route, l'ancienne carrière ouverte dans les couches les plus inférieures de ce versant. Ces couches sont à peu près verticales ou même légèrement renversées, mais découpées en deux sens par des diaclases, qui peuvent, au premier abord, induire en erreur sur le sens de la statification. Celui-ci est indiqué, d'ailleurs, sans aucune incertitude, par de nombreuses empreintes d'ammonites, écrasées et déformées (*Amm. Martelli*, *A. plicatilis*, etc.). Cette carrière a été exploitée, il y a plus de trente ans, pour la fabrication du *ciment;* elle correspond aux exploitations analogues établies sur le prolongement des mêmes couches, d'une part dans la vallée de l'Isère, en amont de Grenoble, à Saint-Ismier, Crolles, etc., d'autre part dans la vallée de la Gresse, aux environs de Vif. Entre ces couches à ciment *oxfordiennes* et les couches à ciment de la Porte de France (*zone de Berrias*), il y a toute l'épaisseur de la montagne que nous venions de franchir, correspondant à la largeur de la traversée de Grenoble, entre la porte Saint-Laurent et la porte de France.

La discussion est ouverte sur les faits observés dans cette excursion.

M. Benoit demande s'il ne serait pas possible de préciser le synchronisme des diverses assises observées avec celles des étages moyens et supérieurs du Jura. Pour la zone de Berrias, représentée ici par les couches à ciment, il serait disposé à y voir un équivalent des couches lacustres suprà-jurassiques rapportées généralement au groupe de Purbeck.

M. **Lory** fait observer que les excursions des jours suivants pourront fournir à ce sujet de discussion, des éléments plus variés, surtout quand la Société aura vu, à l'Échaillon, le dernier représentant de la série telle qu'elle est dans le Jura.

M. **Renevier** insiste sur la continuité remarquable que présente la série des couches calcaires de la Porte de France : à de grandes assises de calcaires essentiellement compacts, dont les caractères pétrographiques sont les mêmes, succède un groupe de couches marno-calcaires qui leur sont étroitement liées. Tout l'ensemble lui paraît devoir former un tout indivisible, équivalant au *Malm* et rentrant en entier dans le groupe jurassique supérieur.

M. **Hollande** fait remarquer que, dans le Jura, la série jurassique supérieure a 250 mètres d'épaisseur, tandis que, du côté des Alpes, l'ensemble des calcaires compacts en question atteint une épaisseur bien moindre ; à Grenoble, 90 mètres, suivant M. Lory, entre les couches à ciment (zone de Berrias), et les bancs à *Ammonites tenuilobatus ;* à Chambéry, à peine 50 mètres. D'autre part, les faciès pétrographique et paléontologique sont très différents de ceux des étages supérieurs du Jura et ne permettent pas d'établir des synchronismes.

M. **Lory** fait observer que les couches à ciment, qui contiennent, à Grenoble, en moyenne 24 0/0 d'argile, tendent à devenir, au sud, de plus en plus calcaires et perdent aussi leur caractère bitumineux. Il demande si M. Jaubert n'aurait pas constaté, dans les Hautes-Alpes, des variations analogues.

M. **Jaubert** répond que l'assise de Berrias, telle qu'elle est représentée, à Grenoble, par les couches à ciment de la Porte de France, ne ressemble pas à celle de l'arrondissement de Gap : dans celle-ci, au lieu de calcaires noirs, argileux et bitumineux, on trouve des calcaires blancs ou grisâtres, à peine argileux, qui contiennent toute la faune de Berrias.

M. **Lory** ajoute que ce changement de nature minéralogique a empêché l'extension des exploitations de ciment vers le sud ; elles ne vont pas au delà de Saint-Andéol, près le Monestier de Clermont, dans l'assise en question.

M. **Potier** demande si, à Saint-Julien en Beauchêne, la limite entre les couches de Berrias et les couches *tithoniques* est facile à tracer.

M. **Jaubert** répond qu'il est souvent difficile de la préciser, par suite des alternances de structure que l'on rencontre, sur des points très rapprochés, et de la rareté des fossiles dans les couches de jonction.

M. **Pillet** présente des spécimens d'un système de cartes géologiques articulées, réunissant, sur une même feuille, la représentation superficielle des affleurements et les profils en travers correspondants : il en a fait l'application à une carte du département de la Savoie, qu'il met sous les yeux de la Société.

La séance est levée à 9 heures et demie.

Séance du 5 *Septembre* 1881, *à la Grande-Chartreuse.*

PRÉSIDENCE DE M. LORY.

La séance est ouverte à 6 heures et demie du soir, au couvent de la Grande-Chartreuse, dans la *Salle de France*, mise gracieusement par le Révérend Père Prieur, à la disposition de la Société.

M. de Lamothe, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, qui est adopté.

M. **Hébert** demande la parole à l'occasion du procès-verbal. Il constate qu'il n'a été reconnu, à Grenoble, aucun mélange entre la faune des couches à *Ammonites tenuilobatus* et celle des couches à *Terebratula janitor*. Relativement à la continuité de ces dépôts, M. Hébert la conteste. Le groupe *tithonique*, en Italie, repose indistinctiment sur des assises très différentes, et même sur le *Lias*. Il y a donc, en général, discordance transgressive entre le terrain jurassique et les couches tithoniques. Au contraire, celles-ci sont toujours recouvertes par la zone de Berrias, au-dessus de laquelle vient toute la série néocomienne. Les continuités apparentes, comme celle que semble offrir la Porte de France, n'ont aucune valeur : la délimitation des faunes, bien établie, doit seule servir de guide.

M. **Renevier** fait observer que les remarques qu'il avait présentées à la séance précédente, avaient seulement pour but de relever un fait d'observation. La Société n'a constaté, à Grenoble, aucune discontinuité des dépôts, depuis la zone à *Ammonites tenuilobatus* jusqu'au Néocomien. Cette absence de lacune est un fait important, qu'il convient de bien établir.

M. **Hébert** répond que cette continuité n'est qu'apparente et que, d'après M. Mayer, il est impossible, sur les coupes de M. Stutz, de séparer le groupe tithonique d'avec le Néocomien.

M. Lory rend compte de l'excursion faite dans la journée.

Compte rendu de la course du 5 septembre, de **Grenoble à la Grande-Chartreuse,**

Par M. **Lory.**

Partie de Grenoble à 5 heures et demie, la Société a d'abord suivi la vallée de l'Isère, jusqu'à Voreppe et a pu déjà, dans ce trajet, étudier la stratigraphie des divers étages jurassiques et crétacés qui entrent dans la constitution des chaînes subalpines. La coupe générale en est représentée avec les inclinaisons réelles, pl. XVI, fig. 2.

Sur les couches argilo-bitumineuses auxquelles appartient le *ciment* de la Porte de France et que caractérise la faune de Berrias, la Société a vu s'appuyer, en premier lieu, dans les tranchées de la nouvelle route qui suit le bord de l'Isère, une puissante assise de marnes bleuâtres, qui sont, dans les environs immédiats de Grenoble, peu riches en fossiles : nous y avons trouvé seulement quelques fragments de bélemnites (*B. latus*, *B. conicus*, *B. bipartitus*) et quelques moules très déformés d'ammonites (*A. semisulcatus*, *A. Tethys*, *A. neocomiensis*). Ce sont les fossiles qui se rencontrent abondamment et bien conservés, à quelques lieues plus au sud, vers la source de la Gresse et au pied du Mont-Aiguille, et surtout à Saint-Julien-en-Beauchêne, et qui caractérisent l'assise des marnes néocomiennes inférieures ou *infrà-néocomiennes*. Le vallon de Saint-Martin-le-Vinoux et le petit torrent qui en descend au pont de Pique-Pierre sont creusés principalement dans ces marnes. Dès qu'on a franchi ce ruisseau, on voit, sur la route même, leur succéder des calcaires argileux, qui se délitent en ovoïdes irréguliers et avec lesquels ont été faits, au petit hameau de Narbonne, les premiers essais de fabrication de ciments hydrauliques dans la région.

Bientôt ces calcaires deviennent plus purs, un peu grenus, et d'une teinte bleue caractéristique, due à du sulfure de fer très divisé; par l'action de l'oxygène et de l'eau, aux joints des couches et dans les fissures, cette teinte bleue passe à une teinte ocreuse. Ces calcaires sont exploités pour moellons et enrochements, dans une carrière, au bord de la route : ils sont, sur ce point, peu riches en fossiles ; cependant nous y avons aperçu quelques coupes du test du *Pygurus rostratus*, dont un exemplaire complet y a été trouvé, et qui se rencontre bien plus fréquemment, aux carrières du Fontanil, dans des bancs exactement correspondants à ceux-ci. Ce sont, dans nos pays, les représentants des calcaires *valanginiens* du Jura, et la Société a pu constater ainsi, dès ce moment, combien ces calcaires sont éloignés de constituer, dans nos chaînes subalpines, l'assise la plus inférieure de la série néocomienne.

Dans cette même carrière de Pique-Pierre, les bancs de calcaire bleu et jaune sont recouverts par des bancs plus minces de calcaires roussâtres, où apparaissent des bandes de silex : c'est la base des *calcaires roux siliceux* analogues à ceux qui terminent, dans le Jura, l'assise *valanginienne*. On y trouve des fossiles silicifiés, *Terebratula carteroniana*, *Ostrea rectangularis*, et *O. Couloni*, celle-ci très abondante à la surface du dernier banc du petit massif rocheux constitué par ces couches dures.

Les assises suivantes sont formées de calcaires argileux bien moins consistants, comme on le devine de loin par les pentes plus douces du sol et l'absence de saillies rocheuses. C'est d'abord une zone mince, mais très intéressante, de calcaires glauconieux, où abonde le *Belemnites pistilliformis*, accompagné, çà et là, du *B. dilatatus;* on y trouve aussi une assez grande variété d'autres fossiles, à l'état de moules *phosphatés : Nautilus pseudo-elegans*, *Ammonites cryptoceras*, *A. leopoldinus*, *A. astierianus*, *Pleurotomaria neocomiensis*, etc. Puis vient une zone bien plus épaisse de calcaires argileux bleuâtres, caractérisée surtout par *Crioceras Duvalii* avec *Ammonites radiatus*, *A. cryptoceras*, *A. rouyanus*, *Nautilus neocomiensis*, etc.; et enfin, une zone plus marneuse, d'un bleu noirâtre, celles des *marnes à spatangues*, qui est, dans notre région subalpine du Dauphiné, le gisement exclusif du *Toxaster complanatus*, Ag., très abondant et accompagné seulement d'un petit nombre d'autres fossiles ; *Toxaster gibbus*, Ag., *Dysaster ovulum*, *D. anasteroïdes* et quelques-unes des espèces de la zone précédente. L'ensemble de ces trois zones peut être considéré comme représentant les *marnes d'Hauterive* du Jura.

Immédiatement au-dessus des *marnes à Spatangues* repose la grande masse de calcaires compacts qui forme la crête abrupte du Neyron : c'est l'étage *urgonien*, peu abordable dans cette montagne, et que nous devions retrouver à plusieurs reprises dans des conditions plus favorables. La *fig.* 2, pl. XVI, montre comment les diverses assises, plongeant vers l'O.-N.-O., se recourbent et se relèvent de ce côté, au bord d'une *faille*, qui est un des traits principaux de la structure du massif de la Chartreuse et que nous devions traverser de nouveau, dans l'après-midi, en approchant du couvent.

Le bord inférieur de cette *faille* montre, comme le représente cette coupe, un ensemble d'étages (*Urgonien*, *Gault*, *Sénonien*, *Mollasse* à l'état de poudingue), replié en V, et le vallon de la Vence, à Saint-Égrève, correspond à ce pli synclinal.

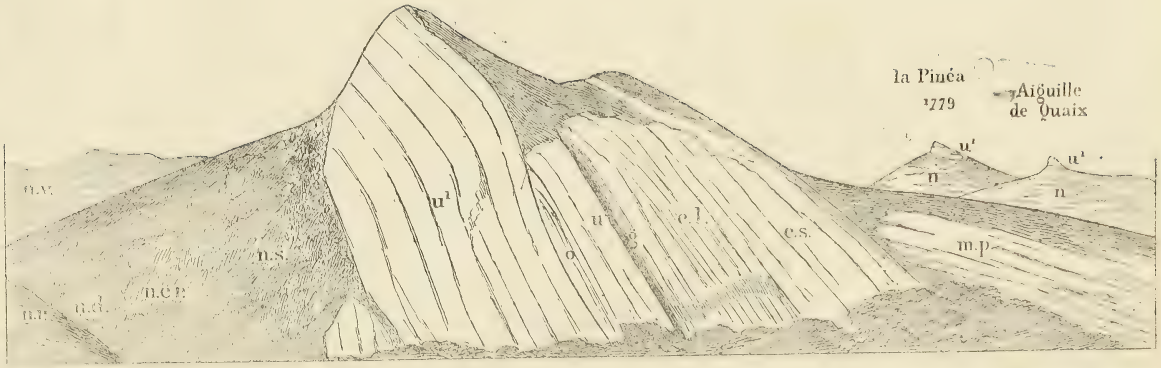
A partir de là, jusqu'à l'approche de Voreppe, les couches sont constamment relevées vers l'O.-N.-O. et montrent la série complète des étages, depuis la *Mollasse* jusqu'à l'*Oxfordien* supérieur, base des couches de la Porte-de-France.

Nous n'avons pas eu le loisir d'examiner de près les termes supérieurs de cette série ; mais la coupe naturelle en est tellement nette que les détails s'en apercevaient à distance, sans quitter la grande route. La *fig.* 3 est calquée sur une photographie prise de la station de Saint-Égrève et réduite à l'échelle $\frac{1}{10.000}$ environ : les montagnes de l'arrière-plan, à droite, appartiennent au bord supérieur de la *faille de la Chartreuse ;* au premier plan se montre, de droite à gauche, la succession des poudingues de la *Mollasse*, *mp*, de l'étage *sénonien*, comprenant les *calcaires à silex*, *c.s.*, et les dalles sableuses, ou *lauzes*, *c.l.*, que nous étudierons en détail dans la course de mercredi prochain ; le *Gault*, *g*, très mince, et l'*urgonien*, très épais, composé de deux grandes masses de calcaires à Caprotines, masse supérieure, u^2, d'environ 100 mètres d'épaisseur et masse inférieure, u^1, d'environ 250 mètres, séparées par une petite zone de calcaires grumeleux, *o*, où se trouvent spécialement *Orbitolina conoidea*, *Heteraster oblongus*, *Pygaulus depressus*, etc. La pente boisée et gazonnée de la partie N.-O. de cette figure, comprend les *marnes à Spatangues*, *n.s*, les calcaires à Criocères *n.c.*, la petite zone glauconieuse à *Belemnites pistilliformis* et les premières couches des calcaires roux siliceux, *n.r.*, après lesquels, sur un plan plus éloigné, se montre le grand développement des calcaires valanginiens, *n.v.*, exploités dans les carrières du Fontanil.

Cette coupe naturelle présente un intérêt particulier en ce qu'elle met en évidence des glissement locaux des assises, les unes sur les autres, d'où résultent des apparences de discordances de stratification, surtout entre la *craie* et les poudingues de la mollasse. Ces glissements se sont produits au voisinage de la grande cassure transversale de la vallée de l'Isère. En remontant le vallon de la Vence, il est facile de s'assurer que les couches de la *Mollasse*, celles de l'étage *sénonien* et toutes les autres assises crétacées ont exactement la même inclinaison.

Un peu plus loin, entre Saint-Égrève et le Fontanil, la route passe en face du rocher isolé de Cornillon, qui semble, au premier abord, un gros bloc tombé de la crête *urgonienne*, u^1, de la figure précédente : un coup d'œil suffit pour reconnaître qu'il est formé de couches repliées en V, par suite de leur affaissement entre les deux lèvres d'une faille locale béante, sorte de fêlure subordonnée à la grande cassure transversale de la vallée de l'Isère (fig. 4).

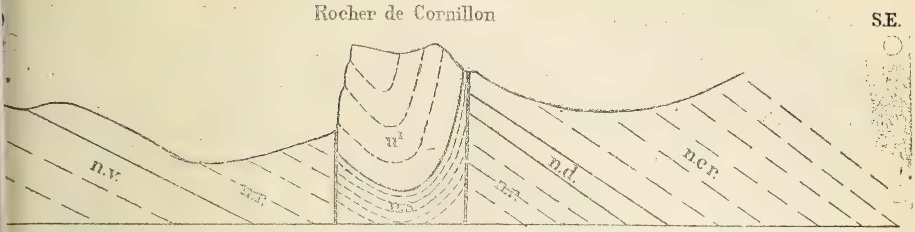
Fig. 3.



Aspect géologique de l'escarpement de Rochepleine, à Saint-Egrève, pris de la station du chemin de fer (calque d'une photographie).

n. Étage néocomien; — *n.v*. Calcaire du Fontanil (*valanginien*) formant un *crêt* au second plan; — *nr*. Calcaire roux siliceux; — *nd*. Couches à *Belemnites dilatatus et B. pistilliformis*; — *n.cr*. Couches à *Crioceras Duvalii*; — *ns*. Marnes à spatangues. — *u*¹. Calcaire urgonien, masse inférieure; — *o*. Couches à orbitolines, niveau inférieur; *u* ². Calcaire urgonien, masse supérieure. — *g*. Gault. — *c.l. lauzes* et *c.s*. Calcaires à silex (*Sénonien à Belemnitella mucronata*). — *mp*. Mollasse marine, à l'état de poudingues. — Les cimes de l'arrière plan, à droite (la Pinéa, etc.), appartiennent à la lèvre supérieure de la *Faille de la Grande-Chartreuse*.

Fig. 4.



Coupe du rocher de Çornillon, près du Fontanil. — Même légende que pour la fig. 3.

La Société s'est arrêtée pour visiter les carrières du Fontanil. La pierre de taille qu'on y exploite est un calcaire grenu, demi-dur, en gros bancs très réguliers de 1 à 3 mètres, séparés par des mises marneuses : on l'obtient en blocs de toutes dimensions et de formes déterminées, qu'on détache avec des coins, sans recourir à la mine. Sur la plus grande partie de l'épaisseur exploitée, le calcaire est coloré en bleu, par une petite quantité de sulfure de fer très divisé : dans les fissures et les parties extérieures des bancs, cette teinte passe au jaunâtre, par l'action de l'eau aérée, qui transforme le sulfure en peroxyde hydraté. Ces carrières ont pris une importance nouvelle entre les mains de leur propriétaire actuel M. Thorrand, et l'exploitation s'étend maintenant à des bancs inférieurs, naturellement jaunâtres et plus durs.

Les calcaires du Fontanil sont les représentants des calcaires *valanginiens* du Jura. La Société a pu le constater par les fossiles assez nombreux qu'elle a recueillis en place ou que M. Thorrand a mis gracieusement à sa disposition. Les plus caractéristiques sont *Ammonites Thurmanni*, Pict.; *Natica Leviathan*, Pict.; *N. helvetica*, Pict.; *Pholadomya elongata*, var. *Scheuchzeri*, Ag.; *Ostrea Couloni*, var. de petite taille; *Terebratula hippopus*, Rœm.; *Pygurus rostratus*, Ag., etc. On y trouve une assez grande variété d'échinides, en général mal conservés, dont la plupart remontent dans les assises suivantes.

Dans la carrière la plus rapprochée de l'église du Fontanil, la Société a vu avec intérêt une belle surface polie et striée. Chaque fois que l'on a étendu le découvert de cette carrière, il a fallu enlever une nappe de *boue glaciaire*, à cailloux et blocs alpins, sous laquelle la roche en place se montre parfaitement polie et burinée de stries qui ne sont pas dans le sens de l'inclinaison, mais bien dans la direction de la vallée transversale de Grenoble à Voreppe.

La surface polie est, en ce point, parallèle aux joints de stratification. Ce fait avait fixé l'attention de nos devanciers, en 1840, à une époque où la théorie glaciaire commençait à peine à se faire jour. Comme il s'observe à une faible hauteur au-dessus du fond de la vallée actuelle, il concourt, avec d'autres faits analogues, à démontrer que les grands glaciers alpins ont rempli cette vallée jusqu'à un niveau bien inférieur à celui des *alluvions anciennes anté-glaciaires*, qui se trouvent, en amont et en aval, à plus de 250 mètres au-dessus du thalweg actuel. Ce fait me paraît rendre très admissible, pour la vallée transversale de Grenoble à Voreppe, l'idée d'un *affouillement*, d'une ablation des *alluvions anciennes*, à l'époque où le grand glacier des Alpes dauphinoises est venu déboucher par cet étroit passage.

Le facies calcaire et la faune caractéristique du *valanginien* ne sont nulle part mieux développés qu'au Fontanil. Réunis au calcaire roux siliceux à *Ostrea rectangularis*, ils forment, dans la partie moyenne de l'étage *néocomien*, un puissant massif de bancs durs, une *barre* abrupte, qui se prolonge au nord, sous forme d'un *crêt* très saillant et va constituer le sommet de la Grande-Sure (1923 mètres), le point le plus élevé à l'O. de la *faille de la Grande-Chartreuse*. En quittant le Fontanil, nous avons vu ces calcaires reposer sur l'assise des marnes à *Belemnites latus*, et au-dessous de celles-ci, comme du côté de Grenoble, nous avons vu reparaître la *zone de Berrias*, les couches à *ciment de la Porte-de-France*, au Chevallon, où elles sont, depuis bientôt dix ans, l'objet d'une exploitation importante par MM. Thorrand et C^{ie}.

La Société a visité avec intérêt les galeries très étendues de cette exploitation, où l'on trouve, comme à la Porte-de-France, un groupe principal de couches à *ciment*, de 3 à 4 mètres d'épaisseur, et en dessous, deux autres bancs à *ciment* moins importants, alternant avec des couches à chaux hydraulique limite. Par ces circonstances de gisement, et aussi par leurs caractères physiques et chimiques, la présence du bitume, les proportions moyennes de l'argile, sa finesse et sa richesse en alumine, les couches à ciment du Chevallon présentent une ressemblance complète avec celles de la Porte-de-France.

Cette assise repose sur des calcaires compacts à pâte très fine, blancs ou à peine grisâtres, qui correspondent à ceux de la localité d'Aizy, sur Noyarey, située en face, de l'autre côté de la vallée de l'Isère. Malgré leur développement considérable et la facilité avec laquelle on peut les étudier, dans tout l'intervalle compris entre l'entrée des galeries et les fours à ciment, ces calcaires paraissent, ici, très pauvres en fossiles, et l'on n'y aperçoit que quelques rares indices d'ammonites (probablement *A. privasensis*); sur un point, on y voit un faciès bréchiforme, avec des débris de polypiers, d'échinides et de crinoïdes, représentant rudimentaire de la *brèche d'Aizy*. Ces indications paléontologiques sont mieux visibles dans la continuation de ces mêmes calcaires entre le couvent de Chalais et le sommet de la Grande-Aiguille de ce nom (cote 1095, carte de l'État-Major); on y a trouvé, comme à Aizy, les *Ammonites privasensis* et *ptychoicus*, et le sommet même de l'Aiguille est formé par un banc rempli de polypiers.

Ces calcaires *tithoniques* d'Aizy, du Chevallon et de Chalais présentent un certain contraste avec ceux de la Porte-de-France par leur teinte claire, leur pâte très fine, lithographique. Leurs couches inférieures sont dépourvues de fossiles et je n'y ai jamais rencontré la *Terebratula janitor*.

Les ammonites sont surtout dans les couches supérieures, et la plus commune est l'*Amm. privasensis*, qui n'a pas été trouvée, à la Porte-de-France, en dessous de la zone de Berrias. Enfin le faciès bréchiforme à polypiers, échinodermes, etc., se montre çà et là, plus ou moins développé, dans ces mêmes couches supérieures, bien plus souvent qu'à la Porte-de-France et dans le prolongement de la même direction en regard des chaînes alpines. Nous retrouverons ce faciès en revenant demain vers Saint-Laurent-du-Pont par la nouvelle route de Curière; et c'est sur la continuation de ce même alignement le plus éloigné des Alpes que se trouve, à Chambéry, l'exemple le plus remarquable de ce faciès, celui de la *vigne Droguet*, si complètement étudié par M. Pillet.

Revenue aux fours à ciment, la Société a vu les calcaires blancs *tithoniques* reposer sur de gros bancs compacts noirs, qui sont bien à découvert sur la rive droite du torrent, particulièrement un gros banc à larges mouchetures noires sur fond brun, que nous avions déjà aperçu à la Porte-de-France, et que nous retrouvons ici même, dans le couvent de la Grande-Chartreuse, employé comme pierre de taille et poli comme marbre d'ornementation caractéristique.

Par son aspect et par son gisement, ce calcaire moucheté est l'analogue du marbre de Chomérac (Ardèche), et ses noyaux foncés sont souvent, comme dans ce dernier, des moules d'ammonites.

Une agréable surprise avait été préparée à la Société : MM. Thorrand et Nicolet lui ont offert une excellente collation, dont madame Thorrand a fait gracieusement les honneurs. En exprimant sa gratitude pour une si aimable réception, la Société ne pouvait manquer de former des vœux pour la prospérité de cette belle exploitation, arrivée en quelques années à un tel développement que, d'après la statistique dressée par M. le garde-mines principal Gayet, elle a été, en 1880, au premier rang pour la production, parmi les usines à ciment de l'arrondissement de Grenoble.

Le massif tithonique et jurassique de l'Aiguille de Chalais est tranché brusquement, à l'ouest, par une grande *faille*, contre laquelle butent les couches peu inclinées de la mollasse marine et des poudingues qui les recouvrent (pl. XVI, fig. 2). On ne saurait trouver un exemple plus net et plus classique de ces grandes fractures, indépendantes des plissements, et de leur rôle fondamental dans la structure des Alpes. L'aspect en est d'autant plus saisissant qu'on en voit nettement la continuation, mettant en contact les mêmes terrains, de l'autre côté de la grande coupure transversale de la vallée de l'Isère, le long du vallon de Veurey. Cette faille, que j'ai appelée *faille de Voreppe*, met ici en contact des couches dont l'intervalle, dans la série régulière des superpositions ne peut guère être estimée à moins de 2000 mètres. Nous l'avons suivie jusqu'à la gorge de la Chartreuse, et nous aurions pu la suivre plus au nord, jusqu'au delà de la gorge du Guiers-Vif, près de Saint-Jean-de-Couz, où on la voit cesser assez brusquement par un raccordement de ses deux lèvres qui s'inclinent l'une vers l'autre. Nous pourrions aussi la suivre au midi, depuis Veurey, par Montaud, Rencurel, et la vallée du Vercors, où elle cesse de même en face de Saint-Martin, se dessinant ainsi en affleurement sur une longueur de près de 60 kilomètres.

Le tracé de cette faille, sur la carte, n'est pas rectiligne. Au nord de l'Isère, sa direction moyenne est vers le N. 26° E., (*Alpes occidentales*, Elie de Beaumont) entre Voreppe et Saint-Jean-de-Couz; mais elle subit un fort rejet vers l'E., à la traversée de la coupure transversale de la gorge du Guiers-Mort. Au sud, il y a un rejet non moins marqué et dans le même sens, à Veurey, et ce n'est qu'au sommet du vallon, à Montaud, qu'elle reprend une direction peu différente, celle du S. 20° O., jusqu'à la limite sud de la feuille de Grenoble ; à partir de là, elle se rapproche de plus en plus du méridien et devient S. 8° O. (*Vercors*, Elie de Beaumont), jusqu'à la terminaison à Saint-Martin. De plus, dans les détails d'inflexions de ses affleurements, cette faille vérifie la loi que j'ai fait connaître pour la majorité des grandes failles alpines (*Bull.* 2e série, t. XXV, p. 235) et indique par là qu'elle doit être légèrement *surplombante*.

Le bord inférieur de la *faille de Voreppe* nous a montré les couches de la *Mollasse marine*, inclinées seulement de 10° et butant contre la tranche abrupte des calcaires jurassiques. Cette mollasse a été exploitée dans de grandes carrières souterraines, où se sont produits, à plusieurs reprises, et récemment encore, des tassements et des éboulements considérables. Tout près de ces carrières, un peu plus à l'O., dans l'ancien clos de La Ville, on trouve un petit banc qui renferme l'*Ostrea crassissima*. Cette mollasse sableuse et un peu argileuse, par suite souvent gélive, a été jusqu'à ces derniers temps une des pierres de construction les plus employées dans la vallée de l'Isère : son usage a beaucoup diminué par l'emploi de la mollasse calcaire de Saint-Paul-Trois-Châteaux, et surtout celui des pierres factices en béton de ciment.

Les couches de la mollasse sableuse sont surmontées d'une grande masse de poudingues peu distinctement stratifiés, qui paraissent presque horizontaux dans leur ensemble, et dont la surface inférieure, à l'entrée même des carrières souterraines, coupe en biseau très aigu les bancs de mollasse, inclinés de 10 à 12°. C'est un des points qui ont été décrits tout spécialement par Elie de Beaumont comme établissant une discordance de stratification entre la *Mollasse* et les *poudingues*, et, montrant que ceux-ci seraient postérieurs à la dernière dislocation des Alpes occidentales. En réalité, il n'y a là qu'un de ces exemples de *bisellements* si fréquents dans les ensembles de couches sableuses et caillouteuses, déposées dans des eaux plus ou moins agitées. En avançant vers Voreppe, on voit, sur la rive gauche du torrent de Roize, un peu en dessus du bourg, l'assise de mollasse sableuse exploitée reposer elle-même sur des poudingues semblables à ceux de dessus et alterner régulièrement avec eux, près du contact. Ainsi la mollasse sableuse, *m*, et les poudingues, *p* (pl. XVI, fig. 2), ne sont que deux aspects différents d'une même série de couches.

Arrivés à Voreppe, nous avons vu que la mollasse reposait directement sur le calcaire *urgonien* et nous nous sommes écartés un instant de la route pour observer, à l'entrée du clos d'Agoult, derrière l'hôtel de Paris, un affleurement des couches à orbitolines. Elles s'y présentent sous la forme d'un calcaire argileux jaunâtre, alternant avec des marnes jaunes ou grises, et l'on voit très nettement qu'elles sont intercalées, comme l'indique la coupe fig. 2, entre deux assises abruptes de calcaires compacts à Caprotines. Outre des bancs pétris d'*Orbitolina conoïdea*, nous avons rencontré, dans les marnes qui alternent avec eux, plusieurs débris d'échinides, spécialement *Salenia prestensis*, *Heteraster oblongus*, et des réquienies, dont les moules sont pétris d'orbitolines. Il n'y a donc aucun doute possible sur la liaison intime entre les calcaires urgoniens et les couches à orbitolines.

Immédiatement au-dessus de Voreppe, au premier tournant où la route quitte le bord du torrent de Roize, nous avons vu la base de la *Mollasse* constituée par un banc de poudingue assez grossier, pétri de débris de mollusques et d'échinides, parmi lesquels nous avons disdingué *Pecten subscabriusculus*, Font., *P. latissimus*, *Echinolampas hemisphœricus*, des radioles de *Cidaris avenionensis*, et des dents de squales. Les cailloux de ce poudingue inférieur sont de natures diverses, mais cependant, pour la plupart, de provenance plus prochaine que ceux des poudingues supérieurs dont nous avons parlé tout à l'heure. Ils proviennent, en grande partie, du calcaire urgonien sous-jacent ou des silex que l'on rencontre à côté, dans un dépôt spécial très intéressant, celui des *sables et argiles réfractaires*.

Ces sables sont exploités, au-dessus de Voreppe, au hameau de Malossanne : ils ne s'y montrent pas en gisements bien réguliers, mais seulement dans de vastes poches et des cavités irrégulières, creusées à travers et entre les bancs du calcaire urgonien supérieur. Ils sont très peu argileux, formés presque entièrement de grains de quartz, et tantôt blancs, tantôt colorés en rouge, en jaune ou en vert, par de l'oxyde ferrique anhydre ou hydraté, ou par un silicate ferreux analogue à la *glauconie*. Ils renferment des silex, souvent géodiques dont la croûte extérieure est sableuse et montre bien qu'ils se sont formés au milieu des sables eux-mêmes et ne proviennent pas d'un terrain plus ancien, de la craie sénonienne par exemple. Le sable blanc est lui-même agglutiné, par places, par de la silice, en rognons de véritables grès siliceux. Mais ces silex et ces rognons de grès sont généralement brisés, fragmentés, dispersés irrégulièrement, et témoignent que ces sables de Voreppe ne sont plus dans les conditions originelles de leur formation, qu'ils ont été remaniés et ont coulé ainsi dans les poches et les vides irréguliers du calcaire sous-jacent.

Il existe de nombreux gisements de sables du même genre, plus ou moins argileux, non calcaires, qui sont activement recherchés maintenant pour leur qualité réfractaire, dans toute l'étendue de la zone crétacée subalpine. Dans les conditions de gisement normal, ils reposent toujours sur la surface supérieure du terrain crétacé, quel que soit l'étage par lequel il se termine. Ainsi, dans l'Isère et la Savoie, c'est, le plus souvent, sur le *Sénonien*. Ils sont quelquefois surmontés ou accompagnés, en alternance, de dépôts bien stratifiés spéciaux, de calcaires lacustres plus ou moins siliceux (Lus la Croix-Haute, Rochebrune près Saint-Nazaire en Royans), de meulières (Dieulefit, avec *Planorbis pseudo-rotundatus*, et *Limnœa aquensis*). Ils se présentent donc comme des dépôts réguliers, attribuables au terrain *éocène*, mais qui ne sont peut-être pas tous du même âge. Quelquefois ils ne sont recouverts par aucun terrain tertiaire; le plus souvent ils le sont par la *Mollasse d'eau douce* (calcaire à *Helix Ramondi*) ou directement par la mollasse marine, comme c'est le cas le plus ordinaire dans l'Isère.

Au-dessus de la principale excavation des sables de Mallossane, nous avons revu le conglomérat grossier qui forme la base de la Mollasse marine, formé principalement de débris du terrain sous-jacent, et pétri des fossiles que nous avons cités dans son premier affleurement. Regagnant alors la route, nous avons retrouvé la mollasse sableuse en gros bancs, exploitée ici à ciel ouvert, puis, vers le contour de la route correspondant à la cote 360 (carte de l'Etat-Major), nous avons vu, dans une tranchée qui le montre très nettement, cette mollasse s'enchevêtrer et se lier, sans séparation possible, avec les poudingues, qui coupent cependant en biseau très aigu, les lits de mollasse sableuse. C'est la répétition et l'explication du fait que nous avons rappelé comme ayant été signalé par Élie de Beaumont à l'entrée des carrières souterraines de Voreppe.

Les couches de mollasse sont ici inclinées d'environ 20° et le poudingue renferme de petits lits sableux, minces et assez réguliers, qui ont la même inclinaison : ce poudingue est donc redressé lui-même, aussi bien que la mollasse et n'est qu'un facies caillouteux de la même formation.

La Société a pu, sur ce point, étudier rapidement les caractères de ces poudingues miocènes et y constater l'existence de beaucoup de cailloux de *porphyre quartzifère*, de *jaspes* rouges et verts et autres roches étrangères aux Alpes occidentales. Ce fait a son analogue dans le *Nagelfluh* de la Suisse : il en est de même du caractère des cailloux déformés et *impressionnés*, dont nous avons trouvé, sur ce même point, de nombreux et remarquables spécimens. J'ai fait remarquer à plusieurs de nos confrères que les faits observés sur place et tels que nous les avions sous les yeux, paraissaient ne pouvoir s'expliquer que par un ramollissement général et inégal des cailloux sous les eaux, et par une pression énergique, dont les effets se montrent toujours en rapport avec l'épaisseur du conglomérat et aussi avec les dislocations qu'il a subies.

De ce même point, on aperçoit toute l'épaisseur des poudingues, qui sont entamés par la profonde gorge d'écoulement du torrent de Roize. Sur les parois escarpées de la rive gauche de cette gorge, on voit nettement se reproduire, dans l'épaisseur même de ces poudingues, les phénomènes de contact en biseau entre des couches diversement inclinées.

C'est sur la rive droite de cette même gorge de la Roize, que se trouve intercalé dans l'épaisseur des poudingues, un petit dépôt local très intéressant, celui du *lignite* de Pommiers. L'état actuel de ce gisement, dont l'exploitation est abandonnée depuis longtemps, ne pouvait engager la Société à se détourner de sa route pour aller l'étudier ; je rappellerai seulement que ce lignite, très compact, contient beaucoup de coquilles d'eau douce, écrasées, et que l'on y a rencontré, en 1840, une dent de mastodonte, qui est aujourd'hui au musée de Lyon, où elle a été classée par Jourdan sous le nom de *Mastodon affinis*. Au toit du lignite, se présentent des alternances de sables et de marnes bleues, et c'est dans celles-ci que se trouvent deux espèces importantes pour fixer l'âge de ces couches, *Cerithium papaveraceum*, Brocchi et *C. Duboisi*, Hörn. Par-dessus ces dépôts locaux d'eau douce et d'eau saumâtre, revient encore une grande épaisseur de poudingues entièrement semblables à ceux de dessous. Le lignite de Pommiers caractérise ainsi, dans nos poudingues miocènes, un horizon bien évidemment inférieur à celui des lignites de La Tour-du-Pin, intercalé dans des poudingues tout semblables, mais au-dessus des sables à *Nassa Michaudi*, etc.

En continuant à monter jusqu'au col de la Placette, nous avons vu continuer cette même superposition concordante des poudingues sur la *Mollasse* du plateau de Raz, et ces assises miocènes, plongeant vers la faille de Voreppe, atteignent, au rocher Sapey, en face de Saint-Jean-de-Raz, l'altitude de 1008 mètres. La lèvre supérieure de la faille est formée toujours par l'abrupt jurassique, surmonté du crêt *valanginien*, qui lui-même s'élevant de plus en plus, forme le sommet de la Sure (1924 m.), point culminant de la chaîne occidentale du massif de la Chartreuse. La coupe (pl. XVI, fig. 3) indique cette disposition, avec l'ensemble du profil transversal du massif.

La Société s'est transportée de là, sans s'arrêter, jusqu'à Saint-Laurent-du-Pont, d'où, après une halte, elle a repris l'étude des terrains, le long de la route de Saint-Laurent à la Grande-Chartreuse.

L'élargissement de la vallée, à Saint-Laurent-du-Pont, provient d'une déviation de la faille de Voreppe vers l'est, et la coupure transversale de la gorge du Guiers-Mort est en rapport avec cette déviation. En sortant de Saint-Laurent, nous avons retrouvé la mollasse sableuse, plongeant uniformément vers la faille, comme à Voreppe, sous une inclinaison de 10 à 15°, et nous avons pu vérifier encore, le long de la route, ses alternances et ses liaisons intimes avec les poudingues. Un peu plus loin, à un coude formé par le Guiers, nous avons vu cette même mollasse se relever fortement en sens contraire, sous un angle d'environ 70°, et nous avons aperçu, sur la rive droite, la coupe escarpée d'une falaise de graviers, dont les nappes (*a'*, pl. XVI, fig. 4.) sensiblement horizontales, coupent nettement, sur leurs tranches, ces couches de la mollasse *m* fortement inclinées. C'est encore un des points qui avaient tout particulièrement attiré l'attention d'Elie de Beaumont; confondant ces nappes caillouteuses avec les poudingues de Voreppe, il avait cru voir ici une preuve manifeste de discordance entre ces poudingues et la mollasse. Mais il suffit d'un examen un peu attentif pour reconnaître que cette falaise de la rive droite du Guiers n'est qu'une terrasse d'ancienne alluvion, un ancien *lit de déjection*, dont les matériaux à peine roulés, la plupart seulement émoussés, viennent tous des gorges de la Chartreuse et ne sont agglutinés que par du calcaire concrétionné, déposé par les eaux qui ont filtré et filtrent encore à travers ce terrain.

En face des forges de Fourvoirie, nous avons vu la mollasse, fortement relevée, s'appuyer sur les calcaires crétacés, redressés de même; et au contact des deux terrains, nous avons constaté quelques indices de *sables réfractaires*, analogues à ceux de Voreppe. Ces sables se rencontrent sur divers points des environs et y donnent lieu à des exploitations qui tendent à devenir de plus en plus importantes.

De Fourvoirie à la Grande-Chartreuse, la Société a suivi pas à pas les détails de la coupe que nous avons essayé de représenter, aussi fidèlement que possible (pl. XVI, fig. 4). Elle s'est arrêtée particulièrement pour constater les positions précises des deux grandes *failles* dites de *Voreppe* et de la *Grande-Chartreuse*; pour examiner, entre ces deux failles, la belle exploitation des couches à ciment, *ci*, de la compagnie Vicat, situées exactement sur l'alignement de celles du Chevallon, et correspondant, comme celles-ci, aux mêmes conditions géologiques que celles de la Porte-de-France. En dessus de la *faille de la Grande-Chartreuse*, les calcaires de la Porte-de-France (J^3 et *ti*) reparaissent, et sont recouverts encore par un nouvel affleurement de ces couches à ciment, *ci*, au tournant de la Croix-Verte. Depuis ce point jusqu'à la Chartreuse, le chemin suit à peu près la direction des couches, et la *combe* occupée par les bâtiments et les cours du couvent, est creusée dans les marnes *infrà-néocomiennes*.

Après ce compte rendu, M. **Lory** donne quelques détails sur les excursions qui pourront être faites le lendemain, dans la matinée. Il propose, d'une part, l'ascension du Grand-Som, pour laquelle il s'offre de servir de guide et où l'on aura l'occasion d'explorer une série stratigraphique très nette, accidentée par des failles et des replis avec renversement, et où l'on trouvera, entre autres faits, au chalet de Bovinant, le *Sénonien* à l'état de *craie* blanche et presque tendre et des fossiles déterminables. Les membres qui ne se décideraient pas à faire cette ascension, pourraient la remplacer par une course très facile, en suivant les belles routes forestières du massif à l'O. du couvent, par Chartreusette, etc. : ils auraient l'occasion d'y étudier des accidents analogues et le Sénonien, fossilifère aussi, au pâturage de l'Essart-Rocher. La fig. 4 de la planche XVI donne les coupes détaillées des terrains à explorer dans ces deux excursions.

A propos des sables que la Société a explorés à Voreppe, M. **Hébert** fait remarquer que des *argiles* avec *silex*, dans des poches profondes des calcaires, se retrouvent dans un grand nombre de pays et paraissent être d'âges très divers. Ceux du Dauphiné, d'après les détails donnés par M. Lory, seraient de la même époque que ceux de la Touraine et de l'Anjou, qui sont dans des poches de la craie et sont inférieurs au calcaire de Saint-Ouen et aux sables de Beauchamp.

M. **Lory** dit que dans le massif du Villard-de-Lans, où le Sénonien a le plus grand développement en surface et en épaisseur, les sables analogues à ceux de Voreppe, reposent toujours sur le Sénonien. Il en est de même dans la vallée de Proveysieux, de même aussi, plus au nord, à Saint-Jean-de-Couz (Savoie), en un mot partout où le *Sénonien* existe bien caractérisé et avec une puissance notable.

Quant aux conclusions que l'on peut être tenté de tirer de la concordance et de la continuité apparente entre deux groupes géologiques superposés, M. Lory fait observer, qu'il y a, dans le Dauphiné, de très grandes irrégularités dans le développement des étages crétacés moyens et supérieurs (*Aptien*, *Gault*, *Cénomanien*, *Sénonien*). L'étage *turonien* manque constamment; un ou plusieurs des autres peuvent manquer : aux environs de Grenoble, par exemple, il n'y a ni *Aptien*, ni *Cénomanien ;* et dans la succession immédiate de l'*Urgonien*, du *Gault* et du *Sénonien*, les couches de ces divers étages n'en sont pas moins concordantes et sans lacunes apparentes, au point de vue stratigraphique. Ces faits viennent à l'appui des remarques présentées par M. Hébert au sujet des couches de la Porte-de-France.

La séance est levée à 8 heures.

Journée du 6 septembre.

Le temps, qui était déjà menaçant la veille est devenu, dans la nuit, tellement mauvais que le programme projeté pour les excursions du 9, n'a pu être que très imparfaitement réalisé.

Toutefois, un certain nombre de membres, avec M. Lory pour guide, ont tenté la course du Grand-Som ; mais une pluie diluvienne les a forcés de s'arrêter au chalet de Bovinant, et de renoncer à aller plus loin. On a pu constater seulement le caractère *crayeux* que présente, en cette localité, le *Sénonien;* M. Toucas et quelques autres membres y ont recueilli quelques fossiles : *Belemnitella mucronata*, *Echinocorys vulgaris*, *Inoceramus Cripsii.* La course projetée par d'autres membres, dans la direction de l'Essart-Rocher et d'Arpizon, n'a pu être entreprise.

Au moment de quitter le couvent de la Grande-Chartreuse, le Président a exprimé au Rév. Père coadjuteur, les remercîments de la Société, pour la gracieuse hospitalité et les prévenances dont elle avait été l'objet. La Société s'est associée unanimement aux paroles de son Président.

Le plus grand nombre des membres de la réunion a dû descendre directement à Saint-Laurent-du-Pont, tandis que quelques-uns, sous la conduite de M. Lory, se dirigeaient sur la rive gauche du Guiers, par Valombré, Malamille et la nouvelle route forestière de la Charmette et de Curière. La persistance du mauvais temps a encore contrarié beaucoup cette excursion : toutefois, il a été possible de constater la puissance considérable de la craie *sénonienne*, sur le sentier pittoresque qui va, de Malamille, rejoindre la route de la Charmette; la série néocomienne entamée par les travaux de cette route, et le beau développement des calcaires *tithoniques* de Curière, analogues à ceux d'Aizy et du Chevallon; enfin de remarquables dislocations des calcaires urgoniens et néocomiens redressés, au bord inférieur de la *faille de Voreppe*, accidents qui auraient mérité d'être étudiés en détail, dans des circonstances moins défavorables.

La Société a repris à Saint-Laurent les voitures qu'elle y avait laissées la veille et est rentrée à Grenoble à 11 heures du soir.

Séance du 7 septembre 1881, à Grenoble.

PRÉSIDENCE DE M. LORY.

La séance est ouverte à 8 heures, dans l'amphithéâtre de la Faculté des Sciences.

M. de Lamothe, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté, après une discussion à laquelle prennent part MM. Hébert, Renevier et Benoît, et d'après laquelle il est décidé que l'on supprimera, dans la rédaction, le terme de *sidérolithique*, employé pour désigner les sables et argiles réfractaires de Voreppe et autres gisements analogues.

M. le Président annonce une présentation.

Après avoir demandé à M. Jaubert, vice-président, de le remplacer au fauteuil, M. **Lory** rend compte des excursions faites depuis la dernière séance. Il expose en quelques mots celles de la veille, résumées ci-dessus, et avec détail celles de la journée, consacrées aux terrains crétacé et jurassique de la rive gauche de l'Isère, en aval de Grenoble.

Compte rendu de la course du 7 septembre de Grenoble à Sassenage et à l'Échaillon,

par M. Lory.

Partie de Grenoble, en voiture, à 6 heures et demie, la Société a traversé rapidement la plaine formée par les alluvions caillouteuses du Drac et s'est transportée directement au village de Fontaine, pour y étudier les assises de l'étage *sénonien*, plus épaisses et formées de roches bien plus dures que dans le facies crayeux de la partie nord du massif de la Chartreuse.

La disposition des couches est celle que montre la figure 1, pl. XVI, et l'assise supérieure forme, au bord de la plaine, le gradin escarpé appelé les *Balmes de Fontaine*. Cette assise est constituée par des calcaires blancs, ou peu colorés, très compacts, et remplis de silex, en rognons et plus souvent en bandes parallèles à la stratification ; ces silex, de teinte blonde ou brune, se fondent insensiblement, sur les bords, avec la pâte de la roche, imprégnée elle-même de silice dans toute la masse. Ces caractères subsistent encore dans les couches inférieures de cette assise, comme nous avons pu le voir dans la première carrière, à l'entrée de Fontaine. Nous n'avons aperçu dans ces *calcaires à silex*, aucun fossile : ils y sont, en effet, très rares; cependant sur le plateau de Vouillant, qui couronne les Balmes, j'ai cité depuis longtemps un exemplaire bien caractérisé de *Belemnitella mucronata*, que je place sous les yeux de la Société.

Ces couches, presque horizontales dans les Balmes, se relèvent à Fontaine et laissent voir en-dessous d'elles l'assise inférieure, composée de calcaires sableux ou finement siliceux qui s'exploitent en grandes dalles connues dans le pays sous le nom de *lauzes*. Les silex y disparaissent ou se fondent intimement dans la roche : souvent celle-ci se charge de petits grains de *glauconie* ou de petits graviers de phosphate de chaux; les bancs les plus sableux sont de véritables grès très consistants, et ont été, jusqu'à ces derniers temps, employés au pavage des rues de Grenoble. Les couches inférieures, grises ou jaunâtres, dans lesquelles la silice est finement divisée, sont exploitées pour chaux hydrauliques siliceuses à Seyssinet, et surtout aux Côtes de Sassenage, où nous les avons vues un peu plus tard.

Les *lauzes* sont presque aussi pauvres en fossiles que les calcaires à silex; dans les carrières de Fontaine, je n'y ai connu pendant longtemps que des empreintes mal conservées de grands inocérames, de *Micraster* très déformés, d'ammonites et de hamites, et des fragments de bélemnites, en somme non déterminables. Dans mes premiers travaux et encore dans la *Description géologique du Dauphiné*, j'étais porté à considérer cette assise comme équivalente à la *craie marneuse* du nord de la France. Dans ces dernières années, l'exploitation très active des couches à chaux hydraulique des Côtes de Sassenage a donné l'occasion d'y recueillir d'assez nombreux fossiles et particulièrement des exemplaires parfaitement caractérisés de *Belemnitella mucronata*. Il est donc incontestable aujourd'hui que toute l'épaisseur des calcaires à silex et des *lauzes* appartient à l'étage *sénonien*, à la craie à Bélemnitelles, et il en est de même de la craie des montagnes de la Chartreuse et d'Entremont.

Après avoir étudié ces assises dans les carrières de Fontaine, nous avons vu que les *lauzes grises* qui en sont les couches les plus inférieures, reposent sur un petit gradin rocheux d'un caractère bien distinct. Pour l'examiner, nous sommes entrés dans un clos où nous avons été gracieusement accueillis par le propriétaire, M. Adolphe Pellat, le cousin d'un de nos savants et honorés confrères. Nous y avons vu les lauzes reposer immédiatement sur une couche graveleuse, remplie de fossiles roulés, à l'état de moules phosphatés : quelques-uns de ces débris étaient encore assez reconnaissables pour ne pas laisser de doute sur leur attribution au *Gault*. C'est du reste ains que se présente le Gault, dans toute la région, aussi bien au Villard-de-Lans, où il est recouvert par le *Cénomanien* inférieur de la Fauge, que dans les environs de Grenoble et les massifs de la Chartreuse, et des Bauges, où il est recouvert directement par le *Sénonien* à Bélemnitelles.

Sous cette petite couche de *Gault* à fossiles phosphatés, réduite ici à une épaisseur de 10 à 15 centimètres, il y a environ six mètres de couches minces, grenues, grisâtres ou jaunâtres, souvent pétries de fossiles brisés, que j'ai considérées comme formant la partie inférieure du *Gault* et désignées sous le nom de *lumachelles du Gault*. Nous n'y avons trouvé, sur ce point, aucun fossile déterminable. Mais nous avons pu voir nettement la superposition de cette assise sur les calcaires urgoniens compacts, et nous avons aperçu, au fond même du clos Pellat, l'intercalation, dans ces calcaires, d'une couche marneuse jaunâtre, contenant des orbitolines, *Heteraster oblongus*, *Nucleolites Roberti*, *Pygaulus depressus*, *Pterocera pelagi*, etc. Ce fait correspond exactement à celui que nous avions reconnu lundi dernier à Voreppe, et nos coupes de la pl. XVI montrent qu'il se reproduit partout de la même manière.

En avançant de Fontaine vers Sassenage, on voit la grande masse des calcaires urgoniens se relever de plus en plus au-dessus du niveau de la plaine, et elle laisse même apercevoir, en dessous d'elle, un affleurement des *marnes à Spatangues*, dans un talus boisé, dont nous avons d'abord suivi le flanc, pour aller de Sassenage à la source des Cuves. En approchant de cette source, nous avons brusquement changé de terrain et nous avons rencontré d'abord des *lauzes* glauconieuses, en couches à peu près verticales, très brisées, puis bientôt des *calcaires à silex*, en couches horizontales, dans lesquelles s'ouvrent les célèbres grottes des *Cuves de Sassenage*. Cela nous a montré nettement que nous traversions une *faille*, qui met ainsi en contact les *marnes à Spatangues* avec la partie supérieure du *Sénonien*, ou avec des lambeaux des couches inférieures de celui-ci, broyés dans le plan même de la fracture. Cette faille n'est d'ailleurs qu'un accident local, peu étendu : elle se continue seulement sur environ 2 kilomètres dans la masse de la montagne, suivant la direction du S. S. O., en diminuant de plus en plus d'importance et finissant par un raccordement de ses deux lèvres, infléchies l'une vers l'autre. Je la considère comme une petite cassure subordonnée à la grande *coupure transversale* de la vallée de l'Isère. Mais si restreinte qu'elle soit, cette petite faille est intéressante à un autre point de vue : car elle est probablement la tranchée dans laquelle se rassemblent les eaux pluviales du plateau supérieur, dit plateau Charvet ou de Saint-Nizier, et par laquelle ces eaux descendent, jusqu'à ce qu'elles rencontrent un fond imperméable, formé par les *lauzes grises* et les *marnes à Spatangues*, broyées ensemble dans le plan de fracture ; elles sont forcées alors de jaillir par l'ajutage latéral ouvert dans les calcaires à silex *sénoniens*, c'est-à-dire par les grottes des Cuves.

Nous avons traversé la source et bientôt après le torrent du Furon, dans lequel elle se jette, encaissé, lui aussi, dans une fracture des mêmes calcaires à silex. En arrivant sur le plateau des Côtes de Sassenage, nous avons rencontré, sur un espace très circonscrit, un petit lambeau de poudingues *miocènes*, semblables à ceux de Voreppe, reposant, en stratification parallèle, sur les calcaires à silex; puis, traversant le plateau dans la direction du nord-ouest, nous avons recoupé les assises sénoniennes, masquées en partie par des dépôts glaciaires, et nous sommes arrivés aux carrières à chaux hydraulique des Côtes de Sassenage.

Les bancs exploités dans ces carrières correspondent aux *lauzes grises* de l'assise *sénonienne* la plus inférieure de Fontaine : ils forment la plus grande partie du plateau incliné des Côtes, celle sur laquelle est tracée la route de Sassenage au Villard-de-Lans, jusqu'à l'entrée des gorges d'Engins. Dans le fond d'une ancienne carrière, on apercevait encore, il y a une vingtaine d'années, la petite couche de grès à fossiles phosphatés du *Gault;* on l'a atteinte aussi dans un puits de reconnaissance creusé à la partie inférieure d'une des carrières actuelles. Les bancs exploités contiennent eux-mêmes, en certains points, des graviers de phosphates; mais leurs fossiles sont entièrement différents de ceux du Gault : ce sont de grands inocérames, de grandes ammonites, encore non déterminées et des bélemnitelles, dont les exemplaires déterminables appartiennent incontestablement au *Belemnitella mucronata.* Ce fossile indique clairement la classification des *lauzes* et des calcaires à silex dans l'étage *Sénonien supérieur*, qui repose, sans intermédiaire, sur le *Gault.*

Les bancs exploités pour la fabrication de la chaux hydraulique sont des calcaires gris, compacts, mêlés intimement de silice très divisée et d'un peu d'argile. La proportion du résidu insoluble dans les acides étendus, varie généralement de 15 à 19 0/0, et la composition moyenne de ce résidu peut être représentée par 88 centièmes de silice, 5 à 6 d'alumine et 6 à 7 de peroxyde de fer. Ce sont donc des calcaires siliceux et très peu argileux, contenant en moyenne, environ 17 0/0 de silice. Cette composition est analogue à celle de la pierre à chaux hydraulique du Teil bien que celle-ci appartienne à un tout autre étage géologique. Au point de vue chimique, la chaux hydraulique de Sassenage peut être considérée comme équivalente à la chaux du Teil et elle a fait aussi ses preuves au point de vue industriel.

Accueillie avec la plus parfaite courtoisie par MM. Carrière frères et C^{ie}, la Société a visité avec intérêt cette belle usine, qui a pris, dans ces dernières années un développement considérable, et où le blutage de la chaux, la mouture des grappiers sont pratiqués d'une manière analogue à ce qui se fait au Teil. La chaux de Sassenage a été employée à divers travaux maritimes et va l'être à ceux du canal de Panama.

Avant de quitter le plateau de Côtes de Sassenage, la Société a donné son attention aux dépôts superficiels très remarquables dont il est recouvert sur une grande partie de sa surface, et surtout au bord de l'escarpement par lequel il se termine au bord de la vallée de l'Isère. Dans les carrières mêmes, au-dessus des bancs exploités, on voit une nappe de blocs et de débris calcaires de toute grosseur, et la surface des *lauzes* sénoniennes a été évidemment usée, rabotée, par le frottement de ces masses de débris. En retournant vers Sassenage, on voit ces blocs et ces débris former de grands amas, des buttes d'une étendue considérable et se continuer sur la pente qui regarde l'Isère, et même jusque dans la plaine, au pied de l'escarpement. Ces amas ne contiennent que très peu de débris *sénoniens :* ils sont formés presque entièrement de blocs et de débris *urgoniens*, et c'est parmi ces blocs que l'on a, jusqu'à ces derniers temps, exploité les plus belles pierres de taille pour les constructions et les monuments de Grenoble. Ces faits suffisent pour affirmer que l'accumulation de blocs des Côtes de Sassenage ne provient pas d'un éboulement ; car la presque totalité des pentes avoisinantes, aussi bien que le sol même du plateau sont formées de roches *sénoniennes*.

Comme Albin Gras l'a dit le premier, il faut considérer cette accumulation de blocs comme la *moraine terminale* d'un ancien glacier qui remplissait autrefois le vaste bassin de la vallée de Lans, dominée à l'est par une haute crête *urgonienne*, dont l'altitude moyenne est d'environ 2,000 mètres.

A l'époque de la plus grande extension des glaciers alpins, celui-ci n'en était qu'un simple affluent latéral ; mais il continua de subsister quelque temps, après la retraite du grand glacier en amont de Grenoble, et c'est alors, je crois, qu'il forma cette moraine terminale, dont la structure et l'aspect caractéristique, si bien conservés, attestent qu'elle n'a subi aucun remaniement.

Revenue à Sassenage, la Société a effectué, sans s'arrêter, le trajet jusqu'à la source sulfureuse située à peu près à mi-chemin entre Veurey et les carrières de l'Échaillon. Une coupe naturelle parfaitement nette permet de voir, de la grande route, tous les détails du profil représenté dans la *fig.* 1, pl. XVI. Plusieurs membres ont exprimé le regret que le programme de notre excursion n'eût pas compris un coup d'œil à la localité célèbre d'Aizy. J'ai dû alléguer comme excuse le temps assez considérable qu'eût exigé ce supplément d'exploration, et qu'il aurait été difficile de trouver dans une journée déjà si remplie ; j'ajouterai que, comme gisement fossilifère, cette localité est aujourd'hui bien appauvrie, et qu'au point de vue stratigraphique elle ne fournit, comme tant d'autres, que des documents incomplets sur une question toujours controversée.

La grande *faille de Voreppe* tranche brusquement, à l'ouest, l'affleurement jurassique supportant les couches d'Aizy, et on trouve, dans le vallon de Veurey, la *Mollasse*, des représentants rudimentaires de la craie *sénonienne* et du *Gault*, l'*Urgonien* supérieur et les couches à orbitolines, absolument dans les mêmes conditions qu'à Voreppe. Traversant alors la grande masse *urgonienne* inférieure qui va former le sommet de la Dent de Moirans, on rencontre, en dessous, les *marnes à Spatangues*, au Petit-Port, puis les calcaires roux à *Ostrea rectangularis*, et les calcaires *valanginiens* ou du Fontanil, qui vont former le sol du plateau de Saint-Ours. Ces derniers affleurent au niveau de la route, tout près du point où la source sulfureuse des bains de l'Échaillon sort des couches situées immédiatement audessous.

Ce sont des calcaires argileux d'un gris bleuâtre foncé, contenant une variété d'*Ostrea Couloni*, *Rhynchonella lata*, etc., qui se rattachent encore évidemment à l'assise *valanginienne :* cette petite source sulfureuse froide et très peu saline, est ainsi, quant aux couches d'où elle sort, dans des conditions analogues aux eaux d'Aix en Savoie.

Ici, de même que dans le Jura, on ne trouve, en dessous de l'assise *valanginienne*, aucun représentant des marnes *infrà-néocomiennes* à *Belemnites latus*, etc., si développées dans la zone subalpine. Les calcaires *valanginiens* reposent immédiatement sur des calcaires compacts, qui, déjà à quelques mètres de la limite de contact, sont pétris de nérinées et continuent de se montrer avec les mêmes caractères dans tout l'escarpement qui règne de ce point au tournant du Bec de l'Échaillon. C'est seulement en arrivant tout près de ce promontoire, que l'on voit les parties inférieures de ce massif calcaire devenir tendres, d'un blanc mat, prendre la structure de la belle pierre blanche coralligène exploitée dans les carrières de l'Échaillon.

La pierre blanche de l'Échaillon se présente donc comme n'étant qu'un accident de structure, sur le même niveau géologique que les calcaires compacts dans lesquels on rencontre, du reste, les mêmes fossiles, mais moins faciles à dégager et moins bien conservés, *Terebratulà moravica*, *Diceras Lucii*, etc. Tandis que dans ces calcaires compacts, la pâte de la roche provient, en grande partie, d'une précipitation chimique, enveloppant et moulant des fossiles entiers ou brisés, la pierre blanche de l'Échaillon est composée presque entièrement de polypiers et autres fossiles, brisés et triturés, formant une masse puissante, épaisse de 30 mètres environ, où la stratification est très peu distincte.

La partie supérieure de cette masse, au toît des carrières de l'Échaillon, est la plus riche en fossiles et contient beaucoup de grands polypiers entiers, de grands *Diceras Lucii*, etc. ; c'est celle qui a fourni, il y a trente ans, les fossiles les plus variés et les plus remarquables, entre autres les espèces nouvelles décrites par Albin Gras (*Catal. foss. de l'Isère*, 1852). A mesure que l'exploitation s'est développée en profondeur, elle a rencontré des calcaires plus homogènes, où les fossiles entiers sont de moins en moins abondants.

En dessous de la *pierre blanche*, qui ne contient que 1 ou 2 0/0 de carbonate de magnésie, la roche devient de plus en plus grisâtre et magnésienne ; on arrive à une véritable *dolomie*, grenue, caverneuse, dont les vacuoles sont hérissées de petits cristaux de *dolomie*. Il est à remarquer que ces calcaires magnésiens et même cette dolomie sont loin d'être dépourvus de fossiles : seulement, le test a généralement été dissous, et les fossiles sont à l'état de moules. Nous en avons vu sur place plusieurs exemples, et j'ai trouvé à cet état les fossiles les plus caractéristiques, *Terebratula moravica*, un grand exemplaire de *Diceras Lucii*, des *Cidaris* et autres échinides. La proportion de magnésie ne va pas en augmentant jusqu'à la partie inférieure du massif : en dessous de la dolomie, qui peut avoir 7 à 8 mètres d'épaisseur, il y a d'autres calcaires grisâtres, où la proportion de carbonate de magnésie redescend à 13 0/0, au niveau de la route et des alluvions de l'Isère, à la base de l'escarpement.

La Société a été accueillie, aux carrières de l'Échaillon, avec une grâce parfaite par MM. Biron frères, et elle a visité cette belle exploitation, ouverte à environ 100 mètres d'élévation au-dessus de la route, dans la roche abrupte, et desservie par un plan incliné de 90 mètres de hauteur. La pierre étant homogène et presque sans délit peut être extraite en monolithes de dimensions déterminées, que l'on circonscrit par des entailles et l'on détache avec des coins : la poudre et la dynamite ne sont employées qu'avec beaucoup de ménagements.

De ce belvédère entaillé dans le front le plus avancé des chaînes subalpines, la Société s'est plu à jeter un coup d'œil sur la vaste étendue de collines et de plateaux tertiaires qui règne sans interruption depuis là jusqu'au Rhône, dans la direction de Lyon ou dans celle du cours inférieur de l'Isère. Ces collines et plateaux sont formés essentiellement, par la *Mollasse marine* sableuse ou à l'état de poudingues à cailloux *impressionnés*, et par le Miocène supérieur, comprenant les *argiles à lignites* de la Tour-du-Pin et des environs de Saint-Marcellin, surmontées d'une grande épaisseur de sables, de grès et de poudingues, semblables à ceux de dessous, mais dans lesquels on n'a trouvé aucun fossile marin, et qui alternent souvent avec de petits lits de marnes lacustres. L'ensemble de ces assises miocènes présente une pente à peu près uniforme vers l'ouest, depuis les collines au nord de Voiron, qui touchent au massif de la

Chartreuse et atteignent 964 mètres d'altitude, jusqu'aux bords du Rhône, entre Lyon et Valence. Mais les couches y sont toujours sensiblement horizontales, ou du moins leur inclinaison est insensible à l'œil dans les tranchées naturelles ou artificielles de médiocre étendue.

Les dernières dislocations alpines, qui ont si fortement accidenté la mollasse dans les massifs calcaires auxquels appartient encore la roche de l'Échaillon, ne se sont manifestées, dans ce Miocène du Bas-Dauphiné, que par l'inclinaison générale que nous venons d'indiquer et par quelques fissures locales qui y ont facilité l'ouverture des vallées d'érosion.

Le repas de la Société avait été préparé à la cantine de l'exploitation : MM. Biron frères en ont fait les honneurs avec une courtoisie pour laquelle la Société ne saurait omettre d'exprimer ses sympathiques remerciements. Ils ont ensuite mis la plus grande complaisance à nous montrer leurs vastes ateliers, où sont taillés, tournés et polis ces magnifiques blocs de toutes dimensions qui ont valu à la *pierre de l'Échaillon* une réputation universelle. Enfin, pour compléter les agréables souvenirs que cette visite laissera à tous les membres de la Société, MM. Biron ont mis à leur disposition une ample moisson de fossiles du calcaire de l'Échaillon, mis en réserve à leur intention, et parmi lesquels les *Terebratula moravica*, *Diceras Lucii*, plusieurs nérinées, les radioles de *Cidaris glandifera* et de nombreux polypiers ont été accueillis avec un empressement très légitime.

Tout en regrettant que cette excursion n'ait pas pu comprendre une visite au gisement d'Aizy sur Noyarey, qui aurait réclamé à elle seule tout un jour et aurait présenté quelque difficulté pour une compagnie nombreuse, la Société est rentrée à Grenoble très satisfaite et bien dédommagée du mauvais temps qui avait contrarié d'une manière si fâcheuse ses excursions de la journée précédente.

M. **Lory** présente, de la part de M. le colonel **Breton**, le résultat du moulage sur place d'une grande ammonite que la Société avait remarquée dans sa visite du 4 septembre aux couches à ciment de l'ancienne carrière de la Porte de France.

M. **Pillet** pense que ce fossile n'est autre qu'un grand exemplaire d'*Ammonites occitanicus.*

M. **Didelot** présente à la Société le dessin d'une térébratule trouvée par lui dans les couches urgoniennes à Orbitolines de la Savoie, et donne quelques détails sur les caractères particuliers de ce fossile.

Au sujet de la composition de l'étage *urgonien*, M. **Renevier** fait la communication suivante :

Nous venons de voir à l'ouest de Grenoble, dans ces chaînes que M. Lory nomme chaînes sub-alpines, l'étage urgonien représenté par un grand massif calcaire, au tiers supérieur duquel se trouve intercalée une assise marneuse contenant *Heteraster oblongus* et de petites orbitolines. Les grands bancs de calcaires inférieurs paraissent ne contenir que le *Requienia ammonia*, tandis que les supérieurs, moins épais, contiendraient simultanément les *Req. ammonia* et *Req. Lonsdalei.* D'après M. Léenhardt, il paraît qu'il en est à peu près de même à Orgon; que là aussi, les deux réquienies ont vécu ensemble, et que les orbitolines se trouvent disséminées dans presque toute la masse de l'Urgonien.

En Suisse, les circonstances sont assez différentes. Les deux réquiénies n'ont encore jamais été rencontrées ensemble. *Req. ammonia* caractérise exclusivement la partie inférieure, que nous considérons comme le véritable Urgonien ; tandis, qu'au contraire, *Req. Lonsdalei* et les *Orbitolina* ne se rencontrent qu'à la partie supérieure, dans les couches que j'ai séparées sous le nom de Rhodanien. A la Perte du Rhône, *Req. Lonsdalei* est cantonnée dans les calcaires roux à *Pterocera Pelagi*, qui forment la base du Rhodanien, et où se trouve aussi *Heteraster oblongus ;* tandis que les orbitolines forment une couche spéciale de 50 centimètres, vers la partie supérieure du *Rhodanien.*

A Sainte-Croix, dans le Jura vaudois, les orbitolines sont disséminées dans toute l'épaisseur du Rhodanien, qui est un calcaire marneux jaune, bien distinct de l'Urgonien blanc à *Req. ammonia.*

Dans les Alpes suisses, l'ensemble forme un grand massif calcaire comme à Grenoble, mais *Req. Lonsdalei* et les orbitolines paraissent spécialisés dans le tiers supérieur de ces calcaires qui est un peu plus jaunâtre, tandis que *Req. ammonia* ne se rencontre, à ma connaissance, que dans les deux tiers inférieurs, formés de calcaires plus blancs et plus compacts.

Dans les rares gisements où nous avons les couches aptiennes, elles se relient intimement à la série urgonienne susmentionnée, en en formant la partie tout à fait supérieure. Ainsi, à la Perte du Rhône et à Sainte-Croix, où elles sont à l'état de grès durs à gros bivalves ; à Waunenalp (Schwytz) et dans les Alpes vaudoises, où elles sont à l'état de calcaire gris, plus ou moins foncé. Ce n'est nulle part le vrai faciès d'Apt à ammonites pyriteuses, mais c'est un équivalent, surtout riche en acéphales, et qui contient quelques-uns des mêmes fossiles.

Ce sont ces circonstances qui m'ont engagé à réunir ces trois subdivisions comme trois termes d'un même groupe, et faute d'un meilleur nom pour l'ensemble j'avais adopté la contraction proposée par Coquand : *Urg-aptien*, qui toute défectueuse qu'elle est, représente bien les circonstances stratigraphiques que je viens d'énumérer.

M. **Léenhardt** dit qu'à Orgon, on trouve, à la partie supérieure, les calcaires à Réquienies, contenant, en même temps et abondamment *R. ammonia*, *R. Lonsdalei*, et au-dessous de ces calcaires une grande épaisseur de calcaires à orbitolines. En allant vers le Ventoux, les orbitolines se répandent dans toute la masse des calcaires.

M. **Lory** rappelle qu'à Apt même, les calcaires urgoniens sur lesquels la ville est bâtie renferment, à l'état de moules siliceux, *Requienia ammonia*, *R. Lonsdalei* et plusieurs autres espèces de la même famille, associées au *Pygaulus depressus*, comme à Grenoble, en dessous des marnes *aptiennes* typiques de d'Orbigny, dont la faune est toute différente.

M. **Toucas** fait observer que, dans les Corbières, il y a alternance entre les bancs à réquienies et ceux à orbitolines, dans toute l'épaisseur de l'étage. Quant au *Gault* que la Société a observé dans le clos Pellat, à Fontaine, les caractères en sont les mêmes que ceux du gault de Salazac (Gard).

M. Toucas continue en faisant une communication verbale sur la série crétacée supérieure du midi de la France, et particulièrement sur les divers niveaux de Rudistes qu'il y distingue.

M. **Hébert** exprime des réserves formelles au sujet des faits allégués et des conclusions émises par M. Toucas. Dans l'Aquitaine et la région des Pyrénées, le principal niveau de Rudistes ne contient pas ensemble *Hippurites cornuvaccinum* et *Radiolites cornupastoris* mélangés : ces fossiles sont dans deux assises distinctes, qui, dans les Corbières, sont séparées par les marnes à *Micraster brevis*.

M. **Lory** donne quelques indications au sujet de l'excursion en Oisans, pour laquelle la Société se mettra en route le lendemain.

La séance est levée à 10 heures du soir.

Séance du 8 septembre, au Bourg-d'Oisans.

PRÉSIDENCE DE M. LORY.

La séance est ouverte à 5 heures et demie du soir, dans la salle de la Justice de paix, au Bourg-d'Oisans.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. Lory, président, rend compte de l'excursion faite dans la journée.

Course du 8 septembre, **de Grenoble à Vizille et au Bourg-d'Oisans,**

par M. **Lory**.

La Société avait consacré les quatre premiers jours de la Réunion à l'étude de la *région des chaînes subalpines*, caractérisée principalement par le grand développement des terrains crétacés, et dans laquelle on ne voit qu'exceptionnellement, et sur son extrême limite (du moins dans le Dauphiné et dans le département de la Savoie), affleurer des étages jurassiques inférieurs à l'étage *oxfordien*. Aujourd'hui, nous avons abordé l'étude de la *première zone alpine*, constituée par les terrains anciens (*schistes cristallins* et *grès houiller*), le *Trias*, généralement très incomplet, manquant en beaucoup de parties, et un immense développement du *Lias*, à l'état de calcaires argileux noirs plus ou moins schisteux, sur lequel on ne rencontre que très rarement des représentants, peu caractérisés, des étages *bajocien* et *bathonien*.

Partie de Grenoble à 6 heures du matin, par le chemin de fer, la Société est descendue à la station de Vizille. De là, traversant la Romanche sur le pont de service des carrières de gypse, elle s'est dirigée vers ces carrières, situées dans le vallon des Combes de Champ.

A la tête même du pont, sur la rive gauche, nous avons constaté la présence du *Lias*, en couches presque verticales, plongeant vers l'ouest; il se présente ici, comme le plus souvent dans la *première zone alpine*, sous la forme de calcaires argileux noirs, schisteux, contenant des Bélemnites étirées et tronçonnées, qui ne permettent guère de déterminer, d'une manière précise, l'étage auquel elles doivent être rapportées.

En montant sur la gauche et suivant les lacets du chemin d'exploitation qui conduit aux carrières, on constate un pli anticlinal

PROFILS GÉOLOGIQUES DU BASSIN DE LA ROMANCHE

Fig. 1 — Gypses triasiques de Champ et de Vizille. — Ech: $\frac{1}{15.000}$

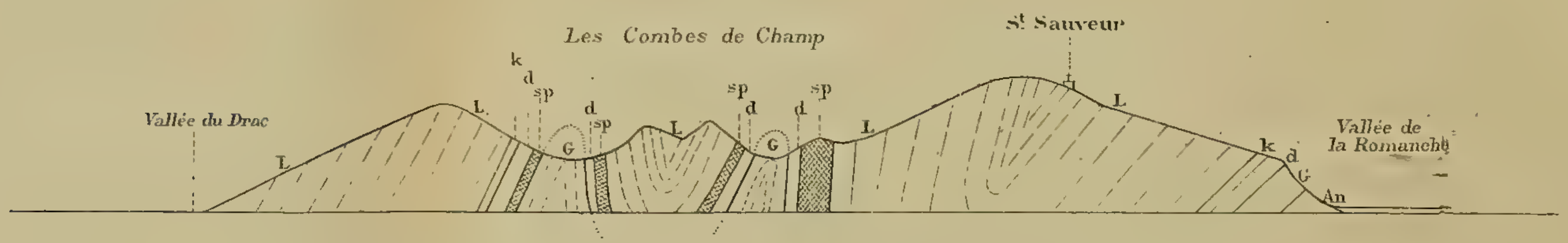
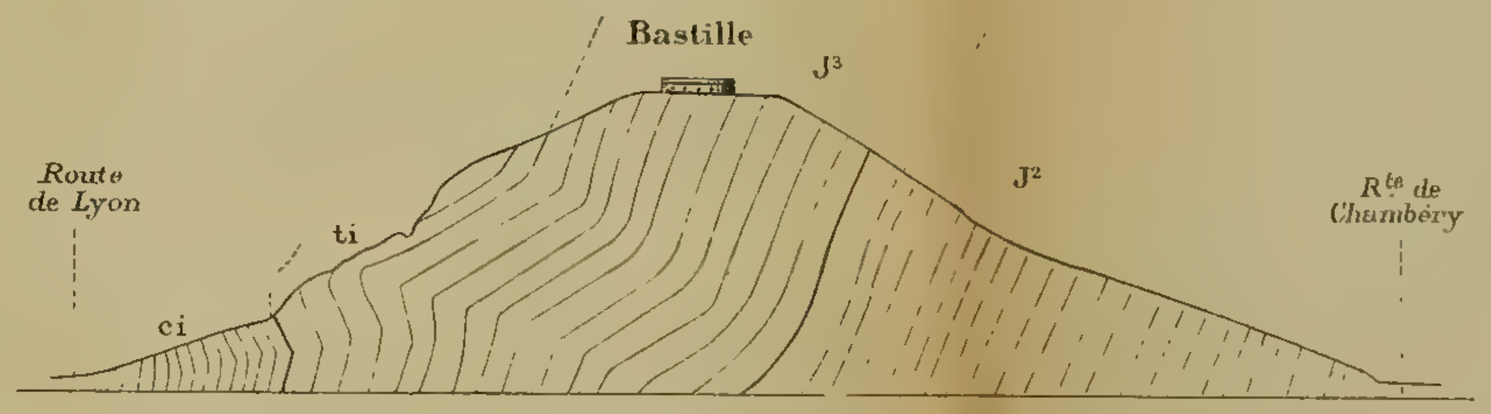

Les Combes de Champ
St Sauveur
Vallée du Drac
Vallée de la Romanche
L
k
d
sp
G
An

Fig. 5 — Profil de la montagne de la Bastille, à Grenoble. — Ech: $\frac{1}{10.000}$


Bastille
Route de Lyon
Rte de Chambéry
ci
ti
J3
J2

Légende de la Fig. 5

ci	*Couches à ciment de la Porte de France (zône de Berrias)*
ti	*Calcaires tithoniques, à Terebratula janitor, Amm. ptychoicus, etc.*
J^3	*Calcaires compactes, à veines spathiques, zôn à Amm. tenuilobatus et polyplocus.*
J^2	*Calcaires argileux, oxfordiens, zône à Amm. Martelli*

Fig. 2 — Rive droite de la Romanche, entre Vizille et Gavet. — Ech: $\frac{1}{40.000}$

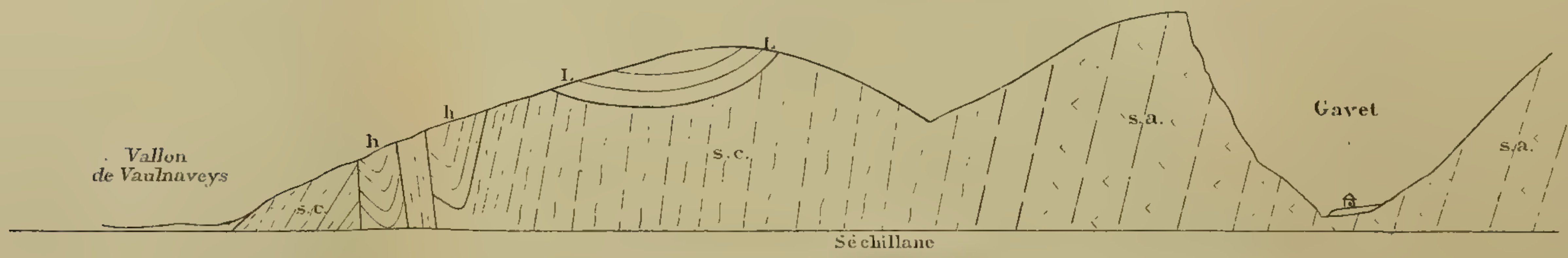

Vallon de Vaulnaveys
Séchillane
Gavet
L
h
s.c.
s.a.

Fig. 3 — Vallée du Bourg-d'Oisans, rive gauche — Ech: $\frac{1}{40.000}$

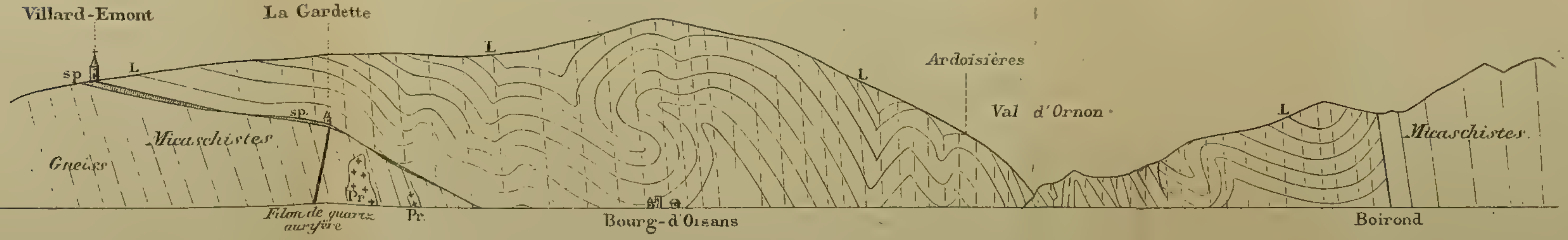
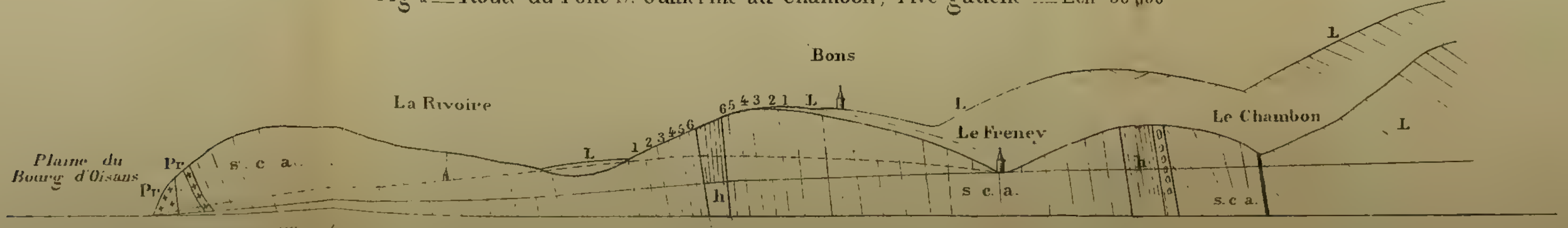

Villard-Emont
La Gardette
Ardoisières
Val d'Ornon
Micaschistes
Gneiss
Micaschistes
Filon de quartz aurifère
Pr.
Bourg-d'Oisans
Boirond
sp
sp.
L

Fig. 4 — Route du Pont St Guillerme au Chambon, rive gauche — Ech $\frac{1}{30.000}$


Bons
La Rivoire
Le Freney
Le Chambon
Plaine du Bourg d'Oisans
Pr.
s. c. a.
h
L
1 2 3 4 5 6
6 5 4 3 2 1

Lég nde
des figur 1, 2, 3, 4.

L.	*Lias*
k.	*Infrà-lias à Avi la contorta.*
d	*Dolomies*
G.	*Gypse*
An.	*Anhydrite*
sp.	*Spilite intercalé ans le trias.*
h.	*Terrain houiller es à anthracite.*
s.c.	*Schistes chlorit x, talcschistes etc.*
s c.a.	*Schistes chlorit et amphiboliques.*
s a.	*Schistes amphil ques*
Pr.	*Protogine.*
ms.	*Micaschiste*
gn.	*Gneiss*
gn gr	*Gneiss granitoï*

Grav. chez L. Wuhrer r. de l'Abbé de l'Epée 4
Imp. Monrocq Paris

très aigu de ces couches du *Lias*, et ce pli, s'ouvrant, vers le sud, au sommet de la montée, laisse voir, dans la rupture, un terrain évidemment inférieur aux calcaires L du *Lias*, rejetés à droite et à gauche. Cet affleurement consiste en une bande puissante de *gypse* G, (*pl.* XVII, *fig.* 1), séparée du Lias, des deux côtés, par des dolomies compactes *d*. Ce gypse ne forme point une masse confuse et de structure irrégulière : il est très nettement stratifié, souvent rubané par un mélange intime d'argile verte ou brune, qui forme aussi de petits lits distincts. De petites couches d'*anhydrite*, d'autres de *dolomie* grenue, friable, alternent régulièrement avec le gypse. Cette disposition est difficilement conciliable avec l'ancienne théorie admise lors de la Réunion de la Société en 1840, et d'après laquelle le gypse et les dolomies ne seraient que des produits d'altérations locales des calcaires du Lias. C'est ce que j'ai fait observer depuis longtemps, et particulièrement en donnant la coupe de ce vallon des Combes de Champ dans le *Bulletin*, 2^e série, t. XVI, p. 820. Mais l'indépendance complète entre le gypse et le Lias n'a pu être mise hors de doute, que par la constatation de la zone à *Avicula contorta*, à la limite commune de ces deux dépôts (*Bull.*, 2^e sér., t. XIX, p. 720).

En suivant cette limite, du côté de l'ouest, jusqu'à l'extrémité sud de la bande de gypse G^1, en vue du village de Champ, nous sommes arrivés sur le point où j'ai pu recueillir, en 1862, les fossiles caractéristiques de la zone rhétienne. Immédiatement en dessous des derniers bancs de *Lias* à Bélemnites, L, nous avons vu une faible épaisseur de calcaires noirs argilo-sableux, *k*, montrant, dans la cassure, des coupes de petites coquilles bivalves ; plusieurs membres de la Société ont pu y reconnaître *Avicula contorta*, *Anatina præcursor*, Opp., *Gervillia caudata*. Winck., etc.

Un petit banc de grès, de quelques centimètres seulement d'épaisseur, sépare très nettement ces couches d'avec les dolomies compactes, *d*, formant le toit du gypse. Il est évident, d'après cela, que ce gypse doit être rapporté au *Trias*. Toutefois, j'ai fait remarquer à la Société le très faible développement de la zone à *Avicula contorta*, que nous avons vainement cherché à retrouver, dans une situation analogue, sur d'autres points du même vallon. On conçoit aisément que, dans une localité aussi fortement bouleversée, les glissements des terrains les uns sur les autres ont pu, en bien des endroits, oblitérer et faire disparaître une assise aussi mince.

En descendant du gisement de l'*Avicula contorta* sur la carrière de gypse Breton, nous avons constaté, au contact des dolomies triasiques, *d*, un premier affleurement de *spilite*, *sp*, à vacuoles remplies de calcaire spathique ou d'un carbonate mixte de chaux, fer et magnésie. Cette roche se présente comme une mince nappe interstratifiée, se liant même intimement avec les dolomies, par une salbande formée d'un mélange intime de la pâte du spilite avec une forte proportion de carbonates mixtes. D'autre part, ce spilite touche au gypse, et du fer oligiste spéculaire se trouve abondamment disséminé au contact, dans le spilite et dans le gypse même.

Une deuxième bande de gypse G^2, exploitée également dans plusieurs carrières, s'étend parallèlement à la première, le long du même vallon des Combes, et ces deux bandes sont séparées l'une de l'autre par un petit massif de *Lias*, manifestement plié en V. Dans la principale carrière de cette bande, la plus rapprochée du hameau des Combes, le gypse G^2 montre un pli synclinal des plus nets. Des dolomies *d* et des affleurements de spilite *sp* se montrent au contact du *Lias* avec cette bande G^2, aussi bien qu'aux flancs de la bande G^1; et même c'est à l'est de la bande G^2, entre les dolomies D et le Lias L, que le spilite apparaît avec sa plus grande épaisseur, formant un gros coin d'environ 30 mètres d'épaisseur. Ici, le spilite est massif et dépourvu d'amandes spathiques.

Tous ces détails de la disposition des terrains du vallon des Combes, retracés exactement dans notre profil (pl. XVII, fig. 1), concordent évidemment à établir que le gypse et les dolomies sont antérieurs au Lias, c'est-à-dire *triasiques ;* et ils me paraissent aussi de nature à montrer que le *spilite* a été épanché, sous forme de nappe interstratifiée, à la fin de la période triasique, ou, au plus tard, à l'époque rhétienne. Les autres gisements de cette roche éruptive, très nombreux dans l'Isère et les Hautes-Alpes, conduisent à cet égard, à des conclusions analogues.

Du vallon des Combes de Champ, la Société s'est dirigée vers Vizille, par le petit col de Saint-Sauveur, en traversant, comme le montre notre profil, un nouveau pli synclinal du *Lias*, sous lequel reparaît, dans la vallée de la Romanche, une nouvelle bande *triasique*, celle des gypses G^3, exploités dans les carrières de Saint-Firmin et de la Touche.

Au toit du gypse, se montrent, à la chapelle de Saint-Firmin, des dolomies compactes *d*, comme celle de Champ ; dans les premières couches de calcaire noir *k* qui viennent au-dessus, on aperçoit quelques traces de coquilles bivalves, probablement *rhétiennes*.

Mais surtout la carrière de Saint-Firmin est remarquable par la belle masse d'anhydrite saccharoïde qui en occupe toute la partie inférieure et qui constitue un marbre translucide, un peu bleuâtre, d'un bel effet dans la décoration intérieure. Par les infiltrations d'eau pluviale, l'anhydrite se transforme peu à peu en gypse, et il est facile de recueillir des échantillons où les deux états du sulfate de chaux se trouvent réunis, sans séparation tranchée.

A Vizille, la Société est montée en voiture pour suivre la route du Bourg-d'Oisans, tracée, dans la gorge de la Romanche, à travers les schistes cristallins de la chaîne des Alpes occidentales ou *chaîne de Belledonne.* Ces schistes cristallins sont généralement très inclinés, plongeant généralement vers l'O.-N.-O., et, sauf quelques dislocations locales, ils montrent une succession très régulière des divers types pétrographiques constitutifs de cette chaîne.

La première partie, entre Vizille et Séchilienne (pl. XVII, fig. 2), est constituée par des schistes onctueux, satinés, dits *talqueux* (schistes à *séricite*, *talcschistes*, *chloritoschistes*). Dans le vallon de Vaulnaveys, un peu au nord de Vizille, ils sont disloqués par de petites failles locales, dans lesquelles sont impliqués, sensiblement en concordance avec eux, des lambeaux de schistes houillers *h*, qui ont pris la structure de vraies ardoises, même de très bonne qualité, mais qui sont parfaitement caractérisés par leurs empreintes végétales, au nombre desquelles je peux citer de beaux exemplaires de *Cordaites* (*C. lingulatus*, Gd'Eury.)

D'autre part, au contraire, sur les tranches de ces schistes cristallins, on voit reposer un couronnement calcaire, formé de couches presque horizontales du Lias *L.* Ce fait, ainsi que plusieurs autres analogues que nous étudierons demain, montre le caractère général des dislocations qui ont affecté les terrains anciens de la *première zone alpine*, et les ont redressés, dans leur ensemble, avec leur inclinaison actuelle, *après la période houillère*, mais *antérieurement aux périodes du Lias et du Trias.*

A partir de Séchilienne (pl. XVII, *fig.* 2), le caractère des roches change brusquement : on pénètre dans l'étroite gorge de Gavet, ouverte, entre des parois abruptes, à travers une énorme épaisseur de *schistes amphiboliques* qui sont la partie la plus résistante de la série des schistes cristallins et constituent, par suite, l'arête culminante et la plus hardiment découpée du massif, celle qui comprend, entre autres, le pic de Belledonne (2,981 mètres), point culminant de la chaîne.

Ces schistes contiennent généralement tous les éléments d'un gneiss amphibolique : quartz, orthose, oligoclase, peu de mica et beaucoup d'amphibole; ils sont pénétrés d'épidote, qui souvent s'y isole en veinules très visibles. Ils passent à des amphibolites schisteuses, dans lesquelles le quartz et l'orthose disparaissent; l'amphibole et l'oligoclase subsistent seuls ou accompagnés d'épidote. Ils sont très souvent traversés de filons et de veines irrégulières, tantôt granulitiques, d'autres fois dioritiques, que je ne crois pas devoir regarder comme des produits d'injections spéciales et ultérieures, mais plutôt comme des filons de sécrétion, résultant d'une nouvelle cristallisation d'une partie des éléments de la roche dans ses fissures.

Ces *schistes amphiboliques*, du reste, ne sont point absolument séparés des autres types de schistes cristallins. Dans leur partie supérieure, au voisinage de Séchilienne, ils alternent avec des *schistes chloriteux*, et très souvent la chlorite et l'amphibole y coexistent en proportions variables : dans leur partie inférieure, aux approches de Rioupeyroux, ils alternent avec des *micaschistes*. Une course récente que j'ai eu l'avantage de faire avec MM. Potier et Marcel Bertrand, dans les sommités de ce massif, de Vizille à Livet, par le sommet de Chanrousse et le col des Escombailles, nous a permis de constater, sans aucune incertitude, ces alternances très multipliées. Dans la continuation de la chaîne au nord du pic de Belledonne, le grand développement des schistes amphiboliques s'affaiblit de plus en plus, et ils sont remplacés, dans le canton d'Allevard, par des schistes chloriteux et des micaschistes.

On retrouve des faits analogues dans bien d'autres parties des Alpes, par exemple, dans le massif du Simplon, où des micaschistes et de véritables gneiss se rencontrent, dès la partie supérieure de la série et alternent un grand nombre de fois avec les schistes chloriteux ou amphiboliques, le tout avec des allures de stratification tellement régulières et simples que l'on ne peut songer à interpréter ces alternances par des replis multipliés d'une seule série de couches. Il paraît donc bien établi que ces différents types minéralogiques de schistes cristallins ne correspondent pas à des délimitations absolues, mais seulement à des prédominances, dans leur ordre général de succession.

Bien que les roches en place ne soient pas toujours facilement observables au bord de la route, à cause des éboulis et des restes de moraines qui encombrent la gorge, la Société a pu étudier leurs variations de structure et de composition minéralogique, particulièrement après Livet, dans l'énorme cône de déjections amenées par le torrent de Vaudaine. Après la traversée de la Romanche, à la base de la cime de Cornillon, elle a vu prédominer les micaschistes, qui, à partir de là, succèdent, dans l'ordre descendant, aux schistes amphiboliques. Ces micaschistes correspondent à ceux qui, de l'autre côté de la Romanche, succèdent également aux schistes amphiboliques dans la montagne des Chalanches, où les célèbres mines d'Allemont avaient leurs galeries creusées, à l'ouest dans les schistes amphiboliques, à l'est dans les micaschistes. Le passage à des roches plus tendres est accusé par des formes moins abruptes, des pentes moins raides, couvertes de longs talus d'éboulis. Le cap rocheux que la route tourne, aux Sables, pour entrer dans la plaine du Bourg-d'Oisans, est formé en entier par ces mêmes micaschistes, toujours presque verticaux, et qui cessent brusquement à une coupure abrupte, dirigée du S.-O. au N.-E., et aboutissant à la vallée, près du hameau de Boirond.

A partir de là, comme le montre la coupe (pl. XVII, *fig.* 3), les pentes de la rive droite de la Romanche, dont la route suit le pied jusqu'au Bourg-d'Oisans, sont formées de roches argilo-calcaires noires, appartenant au *Lias*, plus argileuses, en général, que celles que nous avions étudiées le matin, entre Champ et Vizille. Leurs couches sont remarquablement plissées, et leurs contournements se dessinent avec une admirable netteté des deux côtés de la vallée. La *fig.* 3, pl. XVII, tracée, dans la partie gauche, d'après une photographie, et dans la partie droite, d'après un dessin exact, fait sur place, représente, du moins dans tous leurs traits principaux, ces merveilleux plissements, et montre en même temps qu'ils ne se reproduisent pas dans les micaschistes ou les gneiss sous-jacents, toujours stratifiés à peu près verticalement, quelle que soit l'inclinaison du *Lias* en contact avec eux. Cette figure indique également que les couches argilo-calcaires du Lias sont divisées partout, quels que soient leurs contournements et leurs inclinaisons locales, par des diaclases à peu près verticales, continues, donnant lieu à un *feuilletage*, à un *clivage,* qui les transforme en véritables *ardoises*. La Société s'est arrêtée pour étudier ces faits remarquables au débouché de la Lignare, torrent descendant du val d'Ornon, sur la rive droite duquel existe une exploitation assez considérable de ces ardoises liasiques.

Dans les débris de l'exploitation, plusieurs membres de la Société ont pu recueillir des empreintes d'Ammonites, généralement très déformées, et surtout des Bélemnites, ayant encore leur structure radiée caractéristique, mais souvent divisées et tronçonnées par le feuilletage ardoisier, en parties qui ne sont plus sur un même alignement et sont ressoudées entre elles par des filets spathiques.

On a remarqué aussi que les feuillets du clivage ardoisier ne sont pas toujours plans, mais qu'ils sont sujets à devenir courbes à la rencontre des surfaces de stratification, ou à celle des diaclases d'une direction différente, ce qui montre que ces surfaces ou ces diaclases ont été le siège de glissements, après la production du feuilletage ardoisier.

Des deux côtés de la vallée, partout où l'on voit un grande épaisseur de *Lias*, sans apercevoir au-dessous de lui un soubassement de terrains anciens, le *Lias* se présente plissé et contourné, comme nous venons de l'observer. Mais en arrivant au Bourg-d'Oisans, nous avons vu, des deux côtés de la vallée, surgir un gradin, de plus en plus saillant, de schistes cristallins, sur lequel sont, à l'O., la Gardette et le Villard-Emont (pl. XVII, *fig.* 3), à l'E., la Garde et plusieurs des hameaux d'Huez et d'Auris. De la plaine même, nous avons pu voir très nettement que les couches inférieures du *Lias* s'appuient sur les tranches de ces schistes cristallins, toujours voisins de la situation verticale, ou n'en sont séparées que par une faible épaisseur de *Trias* et quelquefois de *spilites*, comme dans notre profil, à la Gardette et au Villard-Emont. Nous avons pu constater, de loin, ce que l'étude sur place aurait pleinement confirmé, que ces couches inférieures du *Lias* se montrent alors peu inclinées, et même de moins en moins, à mesure qu'on les suit de l'œil, dans les sommités, où l'on voit le *Lias* subsister en couronnements horizontaux sur plusieurs cimes des massifs de schistes cristallins.

Si l'on ajoute que le terrain *houiller*, comme nous en verrons demain des exemples, participe aux allures des schistes cristallins, et que, d'autre part, le *Trias*, quand il existe (et alors généralement peu développé), repose, comme le *Lias*, en discordance sur les tranches des schistes cristallins ou des grès houillers, fortement redressés; — on aura ainsi formulé tous les principes d'après lesquels on peut se rendre compte de la structure de ce que j'ai appelé la *première zone alpine*, ou *zone du Mont-Blanc*, à laquelle appartient toute la longue chaîne des Alpes occidentales ou chaîne de Belledonne, que nous venons de traverser, et les massifs de l'Oisans, celui des Grandes-Rousses, qui se dresse devant nous, à l'est, et celui du Pelvoux, que nous étudierons demain à son extrémité septentrionale.

Depuis longtemps, il m'a paru que l'histoire géologique de cette partie des Alpes pouvait être résumée dans les termes suivants :

Dans toute l'étendue de cette zone, les schistes cristallins et les grès à anthracite furent, *après la période houillère*, mais *avant la période du Trias*, plissés et redressés dans les situations généralement très voisines de la verticale, où nous les voyons aujourd'hui; ils furent corrodés et usés sur leurs tranches, et durent constituer un fond accidenté, comparable, pour son relief, au Plateau Central de la France, et qui ne reçut, comme ce dernier, que des dépôts minces et discontinus de *Trias*, en couches horizontales sur les tranches des terrains anciens. Puis, à la suite d'un affaissement à peu près uniforme, cette même zone fut généralement recouverte d'un dépôt de *Lias*, très épais, concordant avec ce *Trias*.

Plus tard, à une ou même à plusieurs époques qu'il serait peut-être téméraire de vouloir préciser, ont eu lieu, dans cette même zone, de nouvelles dislocations, dont les directions ont été nécessairement influencées par celles des précédentes. Les terrains anciens, schistes cristallins et grès houiller, depuis longtemps consolidés et devenus entièrement rigides, *dans leur ensemble*, par le fait même des énormes pressions qu'ils avaient subies, ne pouvaient plus se prêter à de nouveaux plissements, mais étaient éminemment aptes à être brisés par de grandes fractures, par des *failles* multipliées, et à éprouver aussi des *glissements* suivant les surfaces de stratification, devenues presque partout très inclinées.

Les parties du soubassement de terrains anciens, qui sont ainsi devenues (ou restées) les plus saillantes, constituent nos grands massifs alpins de roches cristallines ; les parties déprimées par les *failles* ou par les glissements, suivant les plans de stratification, constituent les assises profondes des plateaux et des vallées alpines.

Aux altitudes les plus diverses, depuis 3,500 mètres, sous les glaciers du Mont de Lans, jusqu'à bien moins de 1,000 mètres, aux environs du Bourg-d'Oisans, de Vizille et de la Mure (Pl. XVII, fig. 3 et 4), nous trouvons des surfaces plus ou moins étendues où les couches du *Lias*, encore horizontales ou très faiblement inclinées, reposent sur les tranches des terrains anciens à peu près verticaux, ou n'en sont séparés que par le *Trias*, toujours mince, dans les mêmes conditions normales de superposition. Au contraire, sur les pentes, sur les flancs des vallées, le Lias est plissé de la manière la plus compliquée, contrastant par cette allure, comme nous venons de le voir, avec l'inclinaison uniforme des schistes cristallins.

N'est-il pas évident, d'après cela, comme je l'ai indiqué depuis longtemps, que le Lias s'est comporté comme une couverture flexible, s'adaptant, par des glissements et par des plis multipliés, aux dénivellations de son soubassement, disloqué par les failles ? Tout cela, d'ailleurs, ne s'est point fait d'une manière brusque, par des commotions violentes, mais par des mouvements graduels ; et cette considération, jointe à celle de la nature argilo-calcaire des couches du Lias, explique suffisamment comment il s'est prêté à des plis aussi compliqués. En même temps, un terrain aussi épais n'a pu être mis en mouvement sans qu'il en soit résulté des pressions locales énormes, qui, combinées avec les glissements sous l'influence de la pesanteur, rendent bien compte des *diaclases* et du développement du *clivage ardoisier*, toujours d'autant plus marqués que les couches sont plus fortement plissées.

Cette structure, cet ensemble de faits sont caractéristiques de la *première zone alpine* en Savoie et en Dauphiné, depuis Martigny, jusqu'aux sources du Drac. Dans les Alpes bernoises, qui appartiennent aussi à cette première zone, ils sont modifiés surtout par un développement beaucoup moindre du *Lias* et l'intervention d'autres étages jurassiques, qui, dans notre région, ne se montrent, en général, que dans les chaînes subalpines.

Quant aux zones alpines plus intérieures, y compris le versant italien, elles diffèrent essentiellement de la *première zone alpine* en ce que les terrains anciens, *schistes cristallins* et *grès houillers*, n'y ont pas été sensiblement disloqués avant le dépôt des terrains secondaires. Toute la série des terrains s'y montre sensiblement concordante et a été affectée simultanément par les mêmes failles ou les mêmes plissements. Il en résulte nécessairement beaucoup plus de simplicité et de régularité dans la structure orographique. Les difficultés d'étude proviennent de l'énorme épaisseur des terrains impliqués dans les mêmes dislocations, et surtout des caractères insolites avec lesquels se présentent plusieurs d'entre eux, le *Trias* particulièrement. La réunion de la Société en Maurienne, en septembre 1861, a fixé les bases de l'étude de cette partie des Alpes, qui est en dehors du cadre de nos excursions dans le cours de la Réunion actuelle.

La discussion est ouverte sur les faits observés dans cette excursion.

M. **Gosselet** fait remarquer que le clivage ardoisier du *Lias* a paru à plusieurs membres de la Société être parallèle aux feuillets des micaschistes ; il demande s'il en est réellement ainsi, sur le point observé, et si ce parallélisme peut être considéré comme le fait normal et habituel.

M. **Jannettaz** appelle l'attention sur une bélemnite qu'il a recueillie aux ardoisières, et qui, se trouvant dans le sens du clivage, a été considérablement étirée et allongée ; c'est un exemple remarquable des phénomènes mécaniques qui ont modifié la structure du *Lias*.

Quant au parallélisme dont a parlé M. Gosselet, et que M. Jannettaz considère comme existant réellement, ce fait peut faire croire à l'origine métamorphique de la structure cristalline de ces schistes.

Rien ne prouve, en effet, que les micaschistes et surtout les schistes à séricite aient été originairement cristallins. M. Jannettaz a signalé. auprès de Laval, des couches appartenant au *Lias moyen*, qui semblent passer à des roches séricíteuses. On a d'ailleurs cité bien souvent des faits du même genre, dans les Alpes : par exemple, les schistes à Bélemnites du col de Nufenen, dans le haut Valais. De nombreuses observations démontrent que la pression peut déterminer la cristallisation.

M. **Lory** fait observer, relativement aux schistes cristallins, que le feuilletage et la structure cristalline de ces roches sont, du moins, des faits très anciens, puisqu'on trouve ces roches en cailloux roulés dans les *grès à anthracite;* les célèbres poudingues de Valorsine ont leurs analogues dans le terrain houiller de l'Oisans et de la Mure, et la Société aura l'occasion d'en voir un exemple demain, dans la gorge de la Romanche, en amont du Freney. Ainsi, avant l'époque de la houille, avant d'être plissés et redressés comme nous les voyons aujourd'hui, les schistes cristallins avaient déjà leurs caractères pétrographiques actuels. Il ne faut donc pas chercher à expliquer leur état feuilleté et cristallin, par les dislocations qu'ils ont subies et les pressions qui ont pu en résulter.

Quant au parallélisme entre le clivage ardoisier du *Lias* et les feuillets fortement redressés des micaschistes ou des gneiss, ce parallélisme n'est ni exact ni constant; mais il est facile de comprendre pourquoi il se trouve souvent réalisé d'une manière approximative, par exemple dans l'endroit que la Société vient de visiter. Les *schistes cristallins* et le *grès houiller* ont été disloqués, plissés, redressés, comme nous les voyons aujourd'hui, et usés sur leurs tranches, antérieurement aux dépôts du *Trias* et du *Lias;* il est évident que les dislocations qui se sont produites à des époques plus récentes ont dû s'effectuer, de préférence, parallèlement aux dislocations anciennes, et qu'ainsi les plans des *failles*, dans le soubassement de terrains anciens ont dû souvent coïncider à peu près avec les plans de stratification de ces terrains fortement redressés. Dans la Pl. XVII, fig. 3, le plan de contact des micaschistes et du Lias, à Boirond, est le plan d'une faille; mais il est, en même temps, à peu près parallèle aux feuillets des micaschistes, qui avaient, déjà antérieurement, cette situation. Le clivage ardoisier du *Lias* a été déterminé par les glissements et les pressions résultant de ces dislocations nouvelles; il peut donc souvent, par là-même, et particulièrement dans la localité en question, se trouver parallèle à la position des feuillets du micaschiste, qui est d'une date bien antérieure.

La bélemnite présentée à la Société par M. Jannettaz est un document intéressant au point de vue des actions mécaniques qu'a éprouvées la roche qui la renferme. Avant le plissement du *Lias*, ce fossile était déjà incontestablement solide; il n'a pu s'allonger que par le fait d'un laminage, opéré sous une très forte pression. D'autre part, ce laminage n'ayant pas fait disparaître les traces de la stratification du Lias, il faut aussi en conclure que ce terrain était déjà lui-même, solide, tout en conservant un certain degré de plasticité.

Il ne faut pas oublier que ce *Lias* avait une très grande épaisseur, qu'on ne peut guère évaluer à moins de 2,000 mètres. Quand une pareille masse de couches argilo-calcaires s'affaissait graduellement sur elle-même pour s'adapter aux inégalités de sa base disloquée, son poids seul a dû donner lieu à des pressions énormes, qui suffisent largement à expliquer toutes les modifications qui en sont résultées dans sa structure, et particulièrement ses plis multipliés et la production du clivage ardoisier.

M. **Renevier** ne croit pas que les schistes cristallins aient pu conserver une inclinaison régulière, uniforme, tandis qne les couches du *Lias* se trouvaient ainsi plissées et contournées : par suite, il pense que ce qui est regardé comme la stratification, dans les schistes cristallins, n'est pas autre chose qu'une schistosité déterminée par la pression. Cette schistosité, si fréquemment verticale, n'est qu'une fausse apparence de stratification, qui fait croire à d'énormes discordances entre les terrains cristallins et les terrains calcaréo-schisteux qui leur sont superposés. Dans la coupe même de M. Lory (pl. XVII, fig. 3), la schistosité, à peu près verticale, des gneiss ou des micaschistes est parallèle à la lamination des ardoises et n'est, sans doute, comme elle, qu'un effet de la pression et point du tout la vraie direction de la stratification.

M. **Gosselet** croit devoir formuler des réserves au sujet de cette origine attribuée par M. Renevier à la structure des schistes cristallins.

M. **Lory** fait observer que l'excursion du lendemain permettra d'étudier les mêmes questions dans des circonstances très variées, et fournira, par conséquent, l'occasion de reprendre la discussion dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures.

Journées des 9 *et* 10 *septembre.*

Dans la journée du 9, la Société a effectué le trajet du Bourg-d'Oisans à La Grave, en étudiant attentivement les faits très importants et très variés qui se présentent dans cette belle coupe des gorges de la Romanche.

L'arrivée à la Grave, vers 3 heures de l'après-midi, a permis à un certain nombre des membres de faire une excursion au pied du glacier, où ils ont pu observer la superposition anormale de la *protogine* sur le *Lias*, par suite d'une *faille*, comme l'a parfaitement décrite Élie de Beaumont, dans son célèbre mémoire sur les montagnes de l'Oisans.

Dans la matinée du samedi 10, la Société est redescendue, en voiture, au Bourg-d'Oisans, où elle a pu faire encore quelques observations intéressantes sur le nouveau chemin de la Garde. Puis elle s'est remise en route pour rentrer à Grenoble dans l'après-midi.

Séance du 11 *Septembre* 1881, *à Grenoble.*

PRÉSIDENCE DE M. LORY, *puis de* M. PILLET, *vice-président.*

La séance est ouverte à midi et demi dans la salle des cours de la Faculté des Sciences.

M. le maire de Grenoble et un grand nombre de notabilités assistent à la séance.

M. de Lamothe, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 7, dont la rédaction est adoptée.

M. L. Carez, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 8, au Bourg-d'Oisans, dont la rédaction est adoptée.

M. **Fontannes** présente à la Société un mémoire intitulé : *Note sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Bollène*, et donne quelques détails sur les faits principaux étudiés dans ce travail.

M. **Lory** prie M. Pillet, vice-président, de le remplacer au fauteuil, et rend compte des observations faites par la Société dans les journées du 9 et du 10.

Compte rendu de l'excursion des 9 et 10 septembre, du **Bourg-d'Oisans à la Grave**, *et retour,*

par M. **Ch. Lory**.

La Société est partie du Bourg-d'Oisans à 6 heures du matin. En suivant la route, sur la rive droite de la Romanche, elle a pu voir immédiatement, que les caractères des schistes cristallins, de ce côté de la vallée, n'étaient pas les mêmes que sur la rive gauche. Au lieu des micaschistes, passant au gneiss, du profil pl. XVII. *fig.* 3, nous avons trouvé, sur cette rive, des schistes chloriteux et amphiboliques, comme ceux de la *fig.* 2 ; au lieu d'incliner, comme ces derniers, à l'ouest, ils inclinent à l'est, toujours sous des angles de plus de 45°. La vallée du Bourg-d'Oisans représente ainsi, à l'égard des schistes cristallins, une rupture formant un angle aigu (30° environ) avec l'axe d'un *pli anticlinal* de ces schistes ; au contraire, par rapport au *Lias*, elle correspond à une dépression *maxima*, à un *pli synclinal* de ce terrain. C'est une preuve de plus de la discordance complète entre le Lias et les terrains anciens.

Dans ces schistes chloriteux, nous avons remarqué des couches de *stéatite* d'un vert pâle, exploitées, il y a quelques années, par M. Aragon, qui avait préconisé l'emploi de la stéatite en poudre contre l'incrustation des chaudières à vapeur.

C'est dans des conditions analogues, alternant ainsi par couches régulières avec les schistes chloriteux, que se rencontrent les gisements de *stéatite*, peu nombreux sur le versant français, mais bien plus fréquents et plus importants sur le versant italien ; ils sont intercalés, en concordance, dans les schistes chloriteux ou amphiboliques, comme les calcaires saccharoïdes le sont généralement dans les micaschistes.

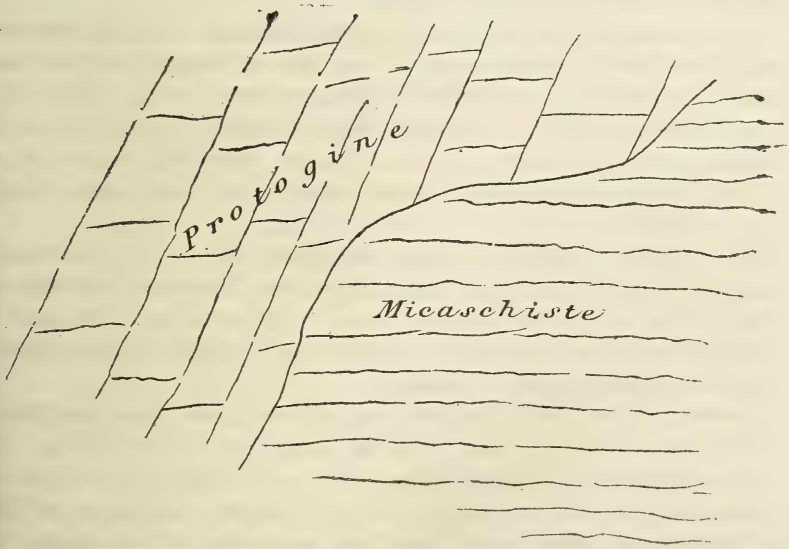
Les schistes cristallins forment un gradin escarpé qui commence sous le village de la Garde, passe sous les deux hameaux d'Armentier, Bas et Haut, et sous le village d'Auris : il supporte un autre gradin, formé de calcaires liasiques en couches peu inclinées, en discordance manifeste avec les roches anciennes.

Arrivés à l'extrémité de la plaine, près du pont Saint-Guillerme, nous avons reconnu, dans l'éperon abrupt de la rive droite, une roche granitoïde, fissurée en divers sens, sans stratification distincte, qui est une variété de *protogine*, signalée depuis longtemps par Élie de Beaumont. Cette roche n'est pas nettement séparée d'avec les schistes cristallins ; elle est, du reste, d'une observation peu facile.

Elle correspond à un bel affleurement de protogine massive, bien typique, qui se montre, de l'autre côté de la vallée, sous la Gardette, (*pl.* XVII, *fig.* 3) et est exploitée, dans le bas, comme pierre de taille. Sur ce dernier point, la protogine paraît plaquée contre les micaschistes, sans qu'on puisse bien positivement affirmer qu'elle y pénètre en filons.

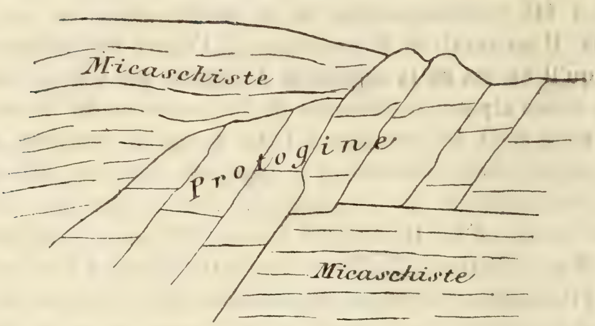
Ayant traversé le pont Saint-Guillerme, la Société a quitté, pour quelques temps, la grande route, pour remonter la rive droite du Vénéon, sur le chemin de Venosc. Ce chemin suit la base d'une berge abrupte, où l'on ne tarde pas à retrouver la protogine intimement associée avec des schistes chloriteux ou amphiboliques, avec lesquels elle paraît alterner en nappes concordantes. C'est alors une protogine à deux feldspaths, orthose rose et oligoclase verdâtre, et dont le mica est fortement imprégné de *chlorite.* Mais en avançant jusqu'à un cap rocheux situé à environ deux kilomètres du pont Saint-Guillerme, on arrive à des micaschistes, dans lesquels la roche granitoïde paraît nettement former des amas transversaux, de véritables dykes. C'est alors un type beaucoup moins chargé de chlorite, contenant du mica bien net et se rapprochant beaucoup plus du type granulitique ordinaire, mais toutefois avec très peu de mica blanc. Les figures ci-jointes montrent quelques détails du contact de cette roche avec le micaschiste.

Fig. 5.



Contact de la protogine et du micaschiste, sur le chemin de Venosc, à environ deux kilomètres du Pont Saint-Guillerme.

Fig. 6.



Autre détail du même contact.

Les faits que l'on peut étudier ici facilement, sur un espace très restreint, me paraissent d'accord avec les allures que présente, en grand, la *protogine*, dans les massifs alpins où elle est très développée, par exemple le Mont-Blanc et le massif du Pelvoux. Au Mont-Blanc, la protogine typique me paraît avoir, comme l'a dit depuis longtemps de Saussure, une disposition *stratiforme ;* elle alterne et est intimement associée avec des schistes chloriteux et amphiboliques. Il en est de même dans la grande arête orientale du massif du Pelvoux, celle qui comprend les hautes sommités de ce massif, la Meidje, les Escrins, et le Pelvoux proprement dit, et alors les divisions stratiformes de cette protogine et les schistes chloriteux avec lesquels elle alterne, plongent uniformément vers l'est. Mais à la base de cette arête, du côté de l'ouest, entre la Bérarde et les Étages, la protogine devient entièrement massive et granitoïde et passe à une granulite massive, qui, aux Étages, se présente comme un gros dyke, en contact, du côté ouest, avec le gneiss plus ou moins granitoïde. Dans les sommités, des deux côtés du Vénéon, de grands lambeaux de gneiss et de micaschistes paraissent être détachés et emportés sur cette grande masse, aux allures franchement éruptives.

Je suis porté à conclure de ces faits, et c'est l'opinion que je soumets à l'appréciation de la Société, que la protogine est bien, dans ses racines, dans la profondeur, une roche granulitique éruptive, postérieure aux gneiss et aux micaschistes, qu'elle coupe nettement, et qui conserve alors, particulièrement quant au mica, les caractères d'une granulite massive ordinaire. Mais dès qu'elle arrive en contact avec les schistes chloriteux ou amphiboliques, elle devient *chloriteuse*, elle prend, particulièrement dans son mica, le type spécial de la protogine, et en même temps elle devient *stratiforme* et alterne avec les schistes chloriteux. J'incline donc à penser que son éruption a été contemporaine de la stratification de ces schistes chloriteux. Il en serait de la protogine, à l'égard des schistes chloriteux, ce qu'il en est de la *serpentine* à l'égard des schistes du *Trias*, dans nos zones alpines intérieures de la Savoie et du Briançonnais. La serpentine peut se présenter à l'état de roche massive, en dykes ou amas transversaux, traversant les terrains anciens ; elle est alors, souvent, une *salbande de l'euphotide :* c'est le cas dans nos gisements de l'Isère, au lac Robert, en dessus d'Uriage, et au Serre de la Valdens. Mais, d'autre part, elle se rencontre dans la partie supérieure de notre Trias alpin, en nappes stratiformes, qui alternent en concordance avec les *schistes gris lustrés* et les gypses ou les dolomies qui leur sont subordonnés; elle paraît alors bien nettement contemporaine de la formation de ces dépôts, comme j'ai eu l'occasion d'en montrer récemment un exemple à MM. Potier et Marcel Bertrand, à la descente du Mont-Genèvre, du côté de Cézanne.

Au-dessus de l'escarpement où l'on observe ce contact de la protogine avec les micaschistes, on voit régner une corniche à peu près horizontale, d'où sont tombés de nombreux débris de *spilite.* C'est le bord d'un plateau sur lequel se trouve le petit hameau du Sappey, exactement au même niveau (1,552 m.) que le Villard-Emont, de l'autre côté de la vallée, bâti aussi sur un gradin de *spilite* qui a dû faire partie, évidemment, de la même nappe. Mais, au Villard-Emont, le *spilite* est seul entre le *Lias* et le soubassement de roches anciennes, tandis qu'au Sappey il est associé à des schistes bariolés et des dolomies du *Trias*, recouverts eux-mêmes par le *Lias.*

Ces détails sont encore à ajouter aux preuves qui témoignent partout de l'indépendance et de la discordance de stratification entre les terrains anciens et les terrains secondaires, dans la zone alpine qui nous occupe.

Revenue au pont Saint-Guillerme, la Société a repris la route de Briançon, qui, remontant les gorges de la Romanche de l'ouest à l'est, coupe transversalement tous les accidents stratigraphiques et permet de les étudier dans les circonstances les plus favorables.

La première partie du trajet, dite *Rampe des Commères*, du pont Saint-Guillerme à la Rivoire, traverse une association de schistes chloriteux et de schistes amphiboliques, souvent quartzeux et feldspathiques, comme ceux que nous avions vus, la veille, entre Séchilienne et Livet; mais ces schistes plongent à l'est, ainsi que l'indique notre profil *pl.* XVII, *fig.* 4, et représentent ainsi le versant oriental du grand pli anticlinal des schistes cristallins, dont la chaîne de Belledonne représente le versant occidental. L'axe de ce pli passerait à peu près par le Bourg-d'Oisans et la vallée d'Allemont, pour aller joindre le cirque des Sept-Laux, que l'on peut considérer comme un type de la disposition des terrains anciens, redressés antérieurement à la période triasique (1).

Dans les schistes cristallins de cette rampe, vers l'escarpement qui domine le contour de la route, après le passage du tunnel, la Carte géologique de la France d'Élie de Beaumont et Dufrénoy indique des affleurements de *porphyre*; je n'ai jamais vu, sur ce point, rien qui puisse y ressembler, à moins que ce ne soit quelques blocs éboulés du *spilite* du Sappey, dont nous parlions tout à l'heure, qui ont pu descendre de ce côté.

En approchant de la Rivoire, on continue de traverser la même succession de schistes amphiboliques et chloriteux, et ils sont en partie masqués, à la surface, par un placage de dépôt glaciaire. A quelques centaines de mètres plus loin, vers un coude de la route, au lieu dit le Garcin, nous avons atteint un petit plateau, bien nettement délimité, dont la surface est formée par un calcaire magnésien compact, en couches horizontales (L, pl. XVII, fig. 4), reposant, en discordance, sur la tranche des schistes cristallins, presque verticaux, qui forment l'encaissement de la Romanche. On retrouve presque partout, en Oisans, des calcaires de ce genre, à la base du *Lias*, quand ce terrain repose immédiatement et dans les conditions normales, sur les tranches des terrains anciens ; souvent ces calcaires sont pétris de débris des roches sous-jacentes, au point de former de véritables brèches : ce sont évidemment les premiers produits du retour de la mer sur un sol accidenté, longtemps resté à sec. Nous avons ici, au bord de la grande route, un spécimen tangible de ce qui se voit beaucoup plus en grand de l'autre côté de la Romanche, pour les assises du *Lias*, à peu près horizontales dans leur ensemble, qui forment le plateau verdoyant d'Auris, et à la base desquelles se dessine l'assise de calcaire magnésien, roussâtre à la surface, formant une corniche bien nette, posée immédiatement sur la tranche des schistes cristallins de la gorge.

De là jusqu'au tournant de la route, au Châtelard, et au commencement de la descente vers la galerie de l'Infernet, on remarque surtout un large placage de dépôt glaciaire, à cailloux striés, reposant sur les roches en place, polies et striées elles-mêmes. Le type des schistes cristallins se modifie de plus en plus et passe aux schistes à séricite, satinés, d'un vert pâle ou d'un gris à peine verdâtre, dans les variétés les plus quartzeuses. C'est à cet endroit, où la route décrit une courbe rentrante vers le sud, que se montre la curieuse intercalation de grès à anthracite, signalée depuis longtemps par M. Gueymard et pour laquelle Voltz proposait dès 1830, l'explication par un repli des terrains, complètement refermés sur eux-mêmes. La coupe de cette localité, telle qu'elle est figurée *pl.* XVII, *fig.* 4, est à peu près identique à celle qu'en a donné Sc. Gras (*Ann. des Mines*, 3e série, t. XVI); elle est une nouvelle preuve de l'indépendance et de la discordance complète entre les terrains anciens (*schistes cristallins* et *grès à anthracite*) à peu près verticaux, et le *Lias*, dont les couches inférieures, formées de calcaire magnésien compact, se montrent horizontales sous le village de Bons, et dont l'ensemble des assises, ondulées ou plissées, va former le sol de tous les beaux pâturages du Mont-de-Lans, jusqu'à des altitudes de plus de 2,800 mètres. Au contraire, les grès à anthracite sont concordants avec les schistes dans lesquels ils sont encaissés, ce qui avait conduit Sc. Gras à en conclure qu'ils appartenaient, les uns et les autres, à un même système, et à attribuer ainsi au terrain carbonifère tous les schistes cristallins des Alpes.

---

(1) Voir plus loin le profil nº 11.

Cette localité a été attentivement étudiée par la Société géologique, dans la réunion de 1840, et les procès-verbaux de cette réunion constatent que les géologues les plus autorisés, MM. Gueymard, Émilien Dumas, Alph. Favre se rallièrent à l'explication proposée par Voltz et très nettement développée par M. Coquand (1). Toutefois, on n'avait pas encore, à cette époque, assez d'exemples incontestables d'intercalations analogues, pour qu'il ne restât pas quelque doute sur la valeur de cette explication.

En 1857, j'eus l'occasion de faire connaître cette localité à notre éminent confrère Triger, et notre visite avait lieu à la suite de travaux récents de la route, qui avaient rafraîchi les entailles des schistes cristallins. Nous eûmes la pensée d'en profiter pour relever les variations des caractères pétrographiques de ces schistes, de part et d'autre de la bande de grès, *h*, et nous notâmes ainsi une série de six variétés, en dessous (pl. XVII, nos 1 à 6), qui se retrouvent exactement en ordre inverse, en dessus, (nos 6 à 1), entre la bande de grès et la galerie de l'Infernet (2).

C'était le complément manifeste de la démonstration du repli complet de l'ensemble sur lui-même. Bien que les circonstances soient aujourd'hui moins favorables pour l'observation, la Société a pu encore relever des indications pétrographiques suffisantes, pour n'avoir aucun doute sur cette symétrie exacte de la série des schistes, de part et d'autre de la bande de grès. Ici, la concordance entre le grès houiller *h* et les schistes séricitenx ou chloriteux est telle, qu'il est assez difficile de fixer rigoureusement, au simple aspect des roches, la limite précise des deux terrains. C'est le cas ordinaire dans le massif des Grandes-Rousses et généralement sur le versant oriental de la *première zone alpine*, tandis que, sur son versant occidental, par exemple aux environs de la Mure, il y a souvent, comme dans le Plateau Central, des discordances bien sensibles, entre le terrain houiller et les schistes cristallins sous-jacents.

---

(1) *Bull.* 1re série, t. XI, p. 410.

(2) *Bull.* 2e série, t. XV, p. 14.

Les deux côtés de la bande houillère *h* sont formés de grès d'un gris foncé, quartzeux et micacés, à grains moyens, non charbonneux; ils enferment dans leur repli une assise de grès schisteux noirs, contenant des empreintes végétales assez abondantes, et une petite veine d'anthracite. Nous avons vu, en dessus et en dessous de la route, deux entrées de galeries ouvertes dans ces couches, où plusieurs membres de la Société ont pu recueillir des empreintes végétales, surtout des *Calamites* et des *Annularia*, ayant généralement l'enduit micacé spécial bien connu des empreintes de Petit-Cœur et autres localités alpines.

En jetant les yeux sur la pente de la montagne qui s'élève au nord de la Romanche, on voit très nettement la bande de grès houiller *h* se continuer dans la direction du nord, dominée, à l'est, par le massif des schistes cristallins *renversés* qui la recouvrent en surplomb ; mais à l'ouest, les schistes cristallins en position normale disparaissent bientôt sous une couverture de *Lias*, ayant même, à sa base, des schistes bariolés et des dolomies du *Trias*, qui viennent ainsi s'appuyer directement sur les tranches du grès houiller. Cette allure des terrains, bien visible de la grande route, se poursuit jusqu'au col du Cluy, d'où la bande de grès houiller *h*, continue, en traversant la gorge de la Sarrène, aux granges du Gua, et s'élève, de là, toujours suivant la direction du nord, dans le ravin de Combe-Charbonnière, où l'on exploite, pour la consommation locale, une belle couche d'anthracite compacte, souvent à cassure conchoïde. Cette même bande *h*, s'élargissant sensiblement, passe sous la cime de l'Herpia, extrémité sud de l'arête des Grandes-Rousses, et continue jusqu'à l'est du lac Blanc, où elle se perd sous les glaciers. La coupe donnée plus loin (p. 662, fig. 10) représente cette disposition, tout à fait analogue, comme on le voit, à celle que nous venons d'étudier sur la rive gauche de la Romanche.

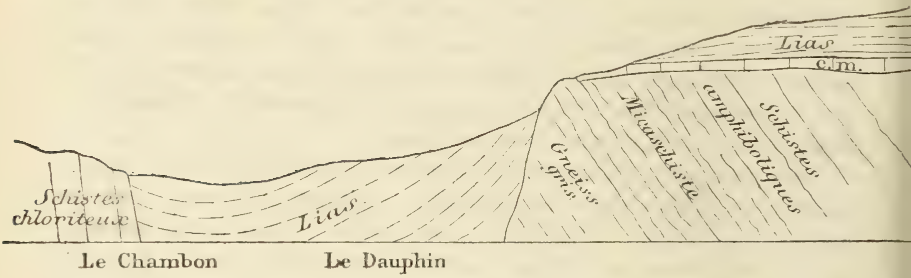
Les schistes cristallins que l'on rencontre au delà de la bande houillère *h* sont, comme nous l'avons dit tout à l'heure, les mêmes, en ordre inverse, que ceux que nous avions rencontrés en deçà (Pl. XVII, fig. 5, n^os^ 1 à 6, à gauche, 6 à 1, à droite) ; l'ensemble de ces schistes et du grès houiller *h* est donc bien manifestement replié sur lui-même. Après la galerie de l'Infernet, creusée principalement dans les n^os^ 2 et 1, on retrouve les schistes chloriteux ou amphiboliques, plus ou moins feldspathiques, comme à la Rivoire, inclinés toujours dans le même sens, jusqu'au Freney.

En amont du Freney, la route entre de nouveau dans une gorge étroite et est taillée, au bord même de la Romanche, dans des schistes qui reproduisent exactement les caractères de ceux du Châtelard, en dessous du grès houiller. Ils préludent en effet à l'apparition d'une nouvelle bande houillère *h*, un peu plus large même que la précédente, mais formée de grès plus grossiers et sans indice de couches charbonneuses. A sa limite orientale, elle nous a montré un conglomérat grossier, formé de cailloux roulés de schistes cristallins, ayant parfois plusieurs décimètres de grand axe, fortement comprimés et agglutinés : c'est le type classique des *poudingues de Valorsine*. Cette deuxième bande de grès houiller indique clairement que l'ensemble des schistes cristallins, compris entre elle et la précédente, représente un pli anticlinal complètement refermé et légèrement renversé vers l'ouest. Cette bande est aussi dirigée nord-sud, mais elle ne présente pas la continuité remarquable de la première : elle s'amincit et disparaît à peu de distance au sud de la Romanche, et au nord, elle se cache sous un énorme talus d'éboulis, au-dessus duquel on ne la voit pas reparaître. Ce n'est qu'à quelques kilomètres plus au nord, sur le prolongement de la même direction, que l'on retrouve un lambeau considérable de grès houiller, appliqué sur le versant oriental des Grandes-Rousses, comme le montre la coupe que nous donnons plus loin (fig. 10). Ce gisement comprend des grès fins *h*, avec une couche d'anthracite, et des poudingues grossiers, très développés, formant le versant oriental de la roche dite le *Château-Noir*.

Au delà de la bande houillère *h* du Freney, il y a encore un retour de schistes cristallins ; mais ils ne forment qu'un paquet de médiocre épaisseur, avec des inclinaisons très variables, qui ne permettent pas de les considérer comme ramenés par un pli synclinal régulier. Il en est de même dans la coupe des Grandes-Rousses (fig. 10). Ce paquet de schistes chloriteux et amphiboliques est relevé irrégulièrement au bord de la grande faille qui limite à l'est le massif des Grandes-Rousses.

Par suite de cette faille, après le petit tunnel du Chambon, nous sortons des terrains anciens, et nous traversons, sur une largeur de 2 kilomètres 1/2, la bande de *Lias* qui s'appuie sur le versant nord-ouest du massif du Pelvoux. Les conditions de contact entre le Lias et les schistes cristallins sont ici exactement analogues à celles de la vallée du Bourg-d'Oisans. Horizontales ou ondulées sur les plateaux de Riftord et des Prés de Paris, où elles reposent sur les tranches des schistes cristallins, les couches du *Lias* se sont affaissées, en faille, suivant une fracture de ces schistes, au bord de la grande coupure transversale que nous suivons, comme le représente la figure ci-dessous (fig. 7).

Fig. 7.



Rive droite de la Romanche, au débouché de la gorge de Malaval. — *c.m.* Calcaire magnésien, à la base du Lias, à peu près horizontal, sur le plateau des Prés de Paris.

Comprimées ainsi entre les deux massifs cristallins, les couches du Lias ont pris ici, comme au Bourg-d'Oisans, par la double influence du glissement et de la pression, un clivage ardoisier à peu près vertical, qui donne lieu à une exploitation d'ardoises, en face du Dauphin.

Nous entrons maintenant dans la gorge de Malaval, profonde coupure transversale de dix kilomètres de long, dans l'extrémité nord du massif du Pelvoux. La direction de cette coupure est à peu près E.-O., à travers des schistes cristallins dirigés, en moyenne, vers le N.-N.-E. Ces schistes présentent des inclinaisons variables, toujours plus voisines de la verticale que de l'horizontale, mais plongeant tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest. Elles me paraissent pouvoir se coordonner en trois plis très aigus : un pli synclinal à chaque extrémité de la gorge et un pli anticlinal, vers son milieu, en amont de la cascade de Riftord ; ce dernier correspondrait à la saillie maxima des schistes cristallins dans le plateau des Prés de Paris.

Les roches ramenées par ces trois plis sont principalement, sur la plus grande partie du parcours, des schistes amphiboliques et des schistes chloriteux, plus ou moins feldspathiques, analogues à ceux que nous avions étudiés en quittant la plaine du Bourg-d'Oisans. On y voit souvent, comme l'a indiqué Elie de Beaumont (1), de petits filons, à bords très nets, d'une protogine à petits grains, qui empâtent des fragments anguleux du gneiss chloriteux encaissant, ou de petits filons, composés d'oligoclase et d'amphibole, traversant, de même, en tous sens, les schistes amphiboliques. Ces veines granulitiques ou dioritiques me paraissent, d'après leurs allures, n'être que de simples *filons de secrétion,* au même titre (mais non pas de même âge) que les veines spathiques dans les calcaires du *Lias.*

Des micaschistes et des gneiss proprement dits apparaissent, sous ces schistes chloriteux ou amphiboliques, des deux côtés du pli synclinal occidental : ce sont les premières roches cristallines que nous avons rencontrées, plongeant vers l'est, en quittant le Lias, après le pont du Dauphin, comme l'indique le profil ci-dessus (fig 7); et nous les avons retrouvées en amont de la cascade de Riftord, formant le noyau du pli anticlinal médian.

Cette gorge est remarquable par l'aspect grandiose de ses parois escarpées, taillées dans les schistes cristallins, s'élevant, vers le milieu de sa longueur, jusqu'à 1,200 mètres au-dessus du thalweg, sur la rive droite, et à plus de 2,000, sur la rive gauche. Elle fait naître l'idée d'une grande fracture restée béante. « La production de » ces grands escarpements, disait Elie de Beaumont, ne peut être » résultée que d'un événement de dimensions colossales, comparativement aux événements dont nous sommes journellement les » témoins. L'état presque stationnaire dans lequel se trouve aujourd'hui la Combe de Malaval ne peut guère se concevoir que comme » la limite d'un état de choses qui a commencé par une secousse » capable de rompre la croûte du globe sur une grande épaisseur, » d'en élever une des parties de mille mètres plus haut que l'autre, » de fendiller les parties latérales jusqu'à une certaine distance et » d'en provoquer par là l'éboulement graduel. »

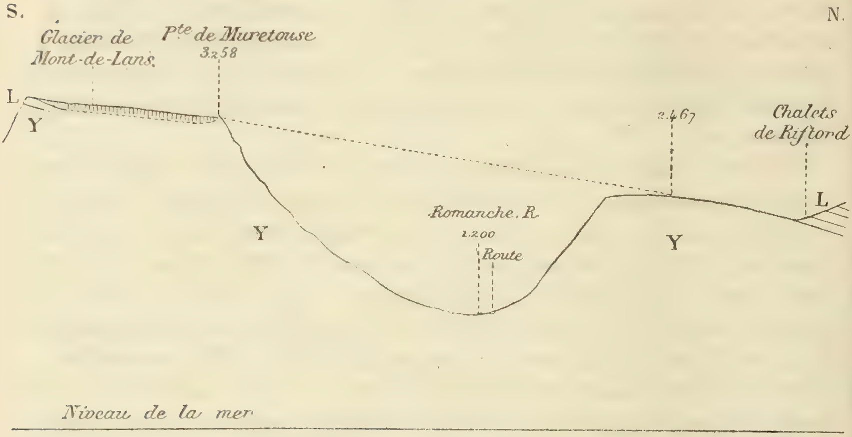
Dans ces impressions que l'éminent géologue exprimait d'une manière si saisissante et auxquelles n'ont point échappé ceux qui sont venus après lui, il faut faire la part des illusions auxquelles on est inévitablement en proie, dans les pays de grandes montagnes, quand on ne peut pas les corriger à l'aide de cartes topographiques précises. La carte de l'Etat-Major, à courbes de niveau, permet aujourd'hui d'établir le profil ci-dessous.

---

(1) *Annales des mines,* 3e série, t. V, p. 10.

Ce profil (fig. 8) montre que le plateau de Riftord, au nord de la Romanche, se raccorderait, par une pente très modérée (17 p. 0/0), avec le haut plateau, moins incliné encore, que recouvre, au sud de la gorge, le vaste glacier du Mont-de-Lans. Au bord supérieur de ce plateau, dans la tranche abrupte qui regarde Saint-Christophe, on aperçoit plusieurs lambeaux de *Lias*, L, qui se rattacheraient ainsi, par une pente douce et continue, avec le *Lias* très épais, pareillement incliné, sous lequel les schistes cristallins disparaissent, au nord, à partir des chalets de Riftord. Cela suffit pour rendre très peu probable l'hypothèse d'une dénivellation brusque de mille mètres; et nous nous trouvons encore en présence d'un de ces faits caractéristiques de la structure de l'Oisans, qui nous montrent partout les terrains secondaires horizontaux ou faiblement ondulés sur les hauteurs, ici jusqu'à 3,500 mètres d'altitude, sous les névés du Mont-de-Lans, tandis qu'ils sont si bouleversés et si contournés sur les flancs des vallées.

Fig. 8.



Coupe transversale de la gorge de Malaval, à 1,600 mètres en amont de la limite des deux départements (Isère et Hautes-Alpes). — Échelle $\frac{1}{80.000}$. — L, lias, très peu incliné; Y, schistes cristallins, presque verticaux; la coupe ne faisant avec leur direction qu'un angle d'environ 20°, il n'a pas été possible de figurer leurs inclinaisons.

On serait même tenté, à l'aspect de ce profil, de se demander si la gorge de Malaval n'est pas une simple vallée d'érosion. Ce serait une autre opinion extrême que je ne crois pas non plus être fondée. En effet, en amont de cette gorge, à La Grave, au Villard-d'Arène, le cours de la Romanche est creusé dans un vaste bassin de *Lias*, qui s'élève à des niveaux bien supérieurs à celui des chalets de Riftord. Si le thalweg avait été établi par l'érosion seulement, il se serait maintenu dans ce terrain peu consistant, en tournant complètement la saillie de schistes cristallins. Pour déterminer son cours rectiligne et sa pente, tels que nous les voyons aujourd'hui, il a fallu nécessairement une fracture préalable, une cassure transversale, que les eaux n'ont guère fait que *déblayer*, en provoquant l'écroulement et en effectuant l'ablation progressive des parties disloquées vers ses deux parois.

Telle est, à mon sens, l'origine et l'histoire de toutes nos grandes *coupures transversales* des Alpes, à parois abruptes, taillées dans des roches dures. J'ai fait voir, par de nombreux exemples (1), qu'elles étaient en relation intime avec les dislocations géologiques, avec les causes qui ont agi dans le redressement des couches, les failles et les plissements. Ces fractures préalables ont déterminé les directions des cours d'eau : leurs parois, leurs pentes ont pu être souvent modifiées par des phénomènes d'érosion dont on reconnaît, en divers lieux, des traces positives ; mais ce ne sont là que des phénomènes de détail, de façonnement, et non l'origine même des vallées alpines.

Les lambeaux de *Lias* peu épais, en couches très peu inclinées qui subsistent sur une grande partie de l'arête culminante du glacier du Mont-de-Lans, à des altitudes de 3,200 à 3,500 mètres, entre le pic de Jandri et le pic de la Grave, sont des témoins remarquables de la faiblesse des érosions sur les hautes cimes, quand elles présentent la configuration de plateaux. Là, en effet, il n'y a érosion ni par l'eau courante, ni par le frottement des glaciers : une nappe permanente de névé garantit les roches contre les variations de la température extérieure ; l'eau n'agit guère que par dissolution ; et si la surface du plateau est revêtue de couches très peu perméables, comme le sont celles du *Lias* de l'Oisans, cette couverture garantit, à son tour, les schistes cristallins sous-jacents contre les infiltrations de l'eau entre leurs feuillets à peu près verticaux. La montagne conserve alors sa forme tabulaire, tandis qu'ailleurs nous la voyons se déchiqueter en arêtes ou en aiguilles, dont la dégradation est incessante.

Dans la partie supérieure de la gorge de Malaval, la Société s'est arrêtée pour donner un coup d'œil à la *mine du Grand-Clos*, qui est le gîte de plomb le plus important de nos massifs anciens du Dauphiné. Le gîte, sur la rive droite de la Romanche, consiste principalement en deux filons ; le principal, celui de Pisse-Noire, présente une puissance moyenne de deux mètres, et celui de Javanelle, un peu plus à l'ouest, n'est peut-être qu'une ramification du premier.

---

(1) *Annuaire du Club Alpin français*, 4_e année, 1877.

Le minerai est de la *galène*, à facettes moyennes, très peu argentifère; la gangue est généralement de quartz, quelquefois aussi de calcaire spathique. Les filons sont remarquables par la netteté avec laquelle ils se dessinent en affleurement sur une roche abrupte, de cinq à six cents mètres d'élévation, formée de gneiss chloriteux dont ils coupent obliquement les feuillets : ils plongent de 60 à 70° vers l'est. En face, au sud de la Romanche, on aperçoit l'affleurement d'un autre filon, celui de Fèche-Ronde, épais de $0^m,30$ à 1 mètre, de même nature et de même inclinaison que celui de Pisse-Noire, dont il est probablement le prolongement : ce filon se suit sans discontinuité jusque sous les glaciers qui couronnent les hauteurs, à plus de mille mètres au-dessus de la rivière. Il est impossible, a dit de Beust (1), de voir un plus bel exemple de la continuité des filons, dans le sens de la hauteur.

Peu de temps après, la Société arrivait à l'issue supérieure de la gorge; sur la gauche de la belle cascade des Fraux, elle voyait les schistes cristallins (gneiss chloriteux et schistes amphiboliques, alternant ensemble), inclinés de 70° vers l'O.N.O., recouverts, sur leurs tranches, à une faible hauteur au-dessus de la route, par le *Lias* horizontal. Les conditions de cette superposition, décrites depuis longtemps, avec la plus grande précision par Élie de Beaumont (2), ne peuvent pas laisser le moindre doute sur le redressement des schistes cristallins avec *toute* leur inclinaison actuelle, et sur l'usure de ces schistes sur leurs tranches, pendant de longues périodes, antérieurement au dépôt du *Lias*. Celui-ci présente, à sa base, un banc de *grès*, renfermant souvent des débris roulés des roches sous-jacentes, puis, sur 10 mètres environ, plusieurs bancs de calcaires grenus, plus ou moins magnésiens, contenant quelques débris de fossiles ; et bientôt, des schistes argilo-calcaires noirs, remplis de Bélemnites, sur lesquels s'appuie une énorme succession d'assises de même nature, doucement et uniformément inclinées vers le nord-est.

C'est en montant à travers les assises inférieures de cette belle série du *Lias*, que nous sommes arrivés à la Grave. Bientôt après, continuant à suivre la route sur environ un kilomètre, nous avons traversé le premier tunnel, et nous sommes arrivés au passage du torrent de Goléon ; remontant sur la rive droite, pour nous diriger vers les Hières, nous sommes revenus vers la Grave, par le hameau de Ventelon. Cette petite excursion nous a montré, sur une grande épaisseur, le *Lias*, uniformément incliné, sans plissements ; et il en est de même dans toute l'étendue de la vaste pente occupée par les divers hameaux et les pâturages de la Grave, comme le témoignent très bien des coupes naturelles, visibles à distance. Ce n'est que beaucoup plus haut, à la base des hautes crêtes du Goléon et des Trois-Évêchés, que cette régularité d'allures cesse, au bord d'une *faille*, qui fait apparaître le *Trias*, avec gypse, dolomies et *spilites*, recouvert par un autre gradin de *Lias*, bien moins épais, que surmonte, à son tour, un puissant étage de grès et de schistes argileux. Ce dernier terrain, qui constitue les hautes cimes, se continue directement, au N.O., avec la crête des Aiguilles d'Arves, et comprend le célèbre conglomérat dont sont formés ces pics d'un aspect si étrange.

---

(1) *Kritische Beleuchtung der Wernersche Gangtheorie.*

(2) *Ann. des Mines,* 3e série, t. V, p. 44.

Ces grès des Aiguilles d'Arves, du Goléon et des Trois-Évêchés avaient été confondus par Élie de Beaumont avec les *grès à anthracite*, et leur position incontestable au-dessus du *Lias* était un des principaux arguments de son opinion sur l'âge du terrain à anthracite des Alpes. Ils renferment, en effet, quelquefois, de petits filets de charbon, mais on n'y a trouvé aucune empreinte végétale attribuable au terrain houiller. La Société sait comment la question de l'âge de ces grès a été résolue par la découverte d'un gisement de *Nummulites* dans leur prolongement, entre Saint-Jean de Maurienne et Saint-Michel ; cette donnée et celle des fossiles de l'*Infrà-lias*, dans la même partie de la Maurienne, ont conduit, bientôt après, à la solution définitive de la question des *grès à anthracite* (1).

Pendant que la plupart des membres de la Société faisaient cette petite tournée, ils pouvaient suivre de l'œil plusieurs de nos confrères qui s'étaient dirigés de l'autre côté de la Romanche, vers la base du beau glacier de la Grave, qui descend de la Brèche de la Meidje.

C'est au bas de ce glacier, à l'extrémité de sa moraine orientale, que commence à se montrer ce contact anormal, dans lequel la *protogine*, formant les masses abruptes de la Meidje, du Pic de l'Homme, etc., semble s'appuyer en surplomb sur les calcaires du *Lias*, suivant une surface irrégulière, inclinée, en moyenne, de 60 à 70°. Ce fait remarquable s'observe sur une longueur de 3 kilomètres, jusqu'en face du Villard-d'Arène. Élie de Beaumont l'a reconnu en premier lieu, en 1827, au S.S.O. de ce village, et plus tard, en 1830, avec Brochant de Villiers et Dufrénoy, tout près de la moraine orientale du glacier de la Grave, sur un point probablement assez voisin de celui où nos confrères ont pu eux-mêmes le constater.

---

(1) Voir les procès-verbaux de la Réunion extraordinaire à Saint-Jean-de-Maurienne, en 1861. *Bull.*, 2ᵉ série, t. XVIII.

Il serait difficile d'ajouter rien d'essentiel à la description si précise que l'illustre géologue a donnée de ce curieux exemple de contact anormal et des faits analogues qu'il a signalés en d'autres parties du pourtour de la moitié orientale du massif du Pelvoux, aux environs de Vallouise et de Champoléon. Il est essentiel de rappeler qu'il les a expliqués par des *failles*, et qu'il n'a jamais eu la pensée de les interpréter, comme quelques géologues étaient portés à le faire, par un épanchement éruptif de la protogine, à l'état pâteux, à travers et par-dessus les calcaires du *Lias*.

« Le massif, dit-il, paraît terminé de plusieurs côtés par des *failles*,
» qui séparent seules les roches *primitives* des couches *secondaires* qui
» se trouvent à la même hauteur... La production de ces failles est
» évidemment en rapport avec certains gisements où l'on voit, avec
» autant d'évidence que de surprise, les roches dites *primitives*,
» s'engager dans les roches de sédiment, ou même les recouvrir.....
» La manière dont les roches *primitives*, dans ces localités, s'appuient
» sur les couches jurassiques, un peu altérées près du contact, la
» forme largement arrondie des surfaces suivant lesquelles elles
» s'appliquent sur elles, la variation que présente leur propre grain
» près de ce même contact et la forme hardie et abrupte des sommités qu'elles constituent, se réunissent pour donner la preuve et
» la limite de l'état de mollesse ou de refroidissement imparfait dans
» lequel elles se trouvaient encore, lorsqu'elles sont venues occuper
» la place dans laquelle nous les voyons (1). »

Sur le point où ils ont abordé le contact, nos confrères ont vu les calcaires liasiques, au voisinage de la *protogine*, devenir grisâtres, plus compacts, grenus ou un peu cristallins et enfin bréchiformes. Ce sont des modifications qui se manifestent fréquemment dans les roches disloquées, au bord des *failles*, même quand elles ne mettent en contact que des roches très peu différentes, les unes et les autres calcaires. La fréquence relative avec laquelle on observe, dans ces couches du *Lias*, des Bélemnites et des Ammonites, qui paraissent être les mêmes que celles des prés de Riftord ou de la corniche de la cascade des Fraux, c'est-à-dire des assises liasiques les plus inférieures de la localité, peut faire penser que le Lias est ici *renversé sur lui-même*, au bord de la faille. Ce serait la même disposition que celle qui se montre à la lèvre inférieure des failles de la Chartreuse et du Grand-Som (ou d'Entremont), dans la coupe pl. XVI, fig. 4.

---

(1) *Ann. des Mines*, 3^e série, t. V, p. 40 et 60.

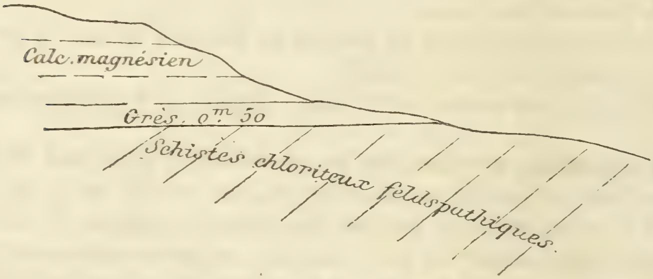
Quant à la *protogine*, les modifications qu'elle présente au voisinage du contact ne sont généralement appréciables que sur de très faibles épaisseurs ; elles consistent en une désagrégation ou décomposition partielle, un état plus ou moins bréchiforme, avec des imprégnations de silice ou de carbonate de chaux, et souvent aussi de minéraux de filons, barytine, minerais de fer, de plomb ou de cuivre, qui ont pénétré en même temps les calcaires du *Lias*. Elie de Beaumont a bien cité, sur le point qu'il a étudié en 1830, une modification du grain de la roche près du contact, qu'il était porté à considérer comme une preuve de l'état imparfaitement consolidé dans lequel se serait trouvé la protogine, lorsque la faille l'a fait surgir des profondeurs du sol, pour la mettre ainsi en surplomb sur le *Lias*. L'échantillon que notre confrère M. G. Fabre a détaché au contact même, est également une protogine à petit grain. Mais il convient de remarquer que la protogine est généralement une roche bien plus variable dans sa texture que les vrais granites, et que, même dans les parties centrales de ses plus grands massifs, à la Bérarde, ou en Vallouise, comme au Mont-Blanc, elle varie très souvent de grain et devient même, par places, plus ou moins schistoïde; ces variations sont en rapport avec sa disposition stratiforme en grand. Depuis que j'ai pu étudier les phénomènes de contact dont il s'agit, dans les mêmes localités qu'Élie de Beaumont, et surtout dans une autre très favorable à cet égard, que je me propose de signaler tout à l'heure à l'attention de la Société, il m'a paru qu'il n'était guère possible de voir, dans ces variations accidentelles de texture de la protogine, des preuves d'un métamorphisme de contact, ni d'en conclure que la consolidation de cette roche n'était devenue complète qu'à une époque postérieure à la période du Lias.

La moraine orientale du glacier de la Grave est toute formée de *protogine;* nos confrères y ont recueilli de nombreuses variétés de cette roche et des échantillons de *sulfure de molybdène*, qui s'y rencontre fréquemment en petites veinules. Au contraire, la moraine occidentale du glacier est formée de gneiss et de micaschistes. Cette différence est en rapport avec la continuation de la *faille* qui a produit les contacts anormaux dont nous venons de parler.

La crête abrupte qui domine le glacier à l'est et qui se rattache directement à la haute sommité de la Meidje (3,986 mètres), est formée de *protogine granitoïde*, montrant, en grand, une disposition stratiforme, à peu près verticale, ou plongeant vers l'est. C'est l'extrémité nord de la grande arête de *protogine* à laquelle appartiennent les plus hautes sommités du massif, la Meidje, les Escrins et le Pelvoux. De la Grave même, on distingue nettement que, de l'autre côté du glacier, l'allure des roches est toute autre : ce sont des *gneiss* et des *micaschistes* plongeant à l'ouest, comme ceux que nous avions traversés en dernier lieu, à la cascade des Fraux. La *faille*, qui est en même temps un axe anticlinal, passe à la Brèche de la Meidje, et de là se dirige vers le S.S.O. et vient traverser la gorge du Vénéon un peu à l'O. des Étages, séparant toujours la *protogine*, plongeant à l'est, d'avec le *gneiss*, plongeant à l'ouest.

La Société est repartie de la Grave le 10 au matin, et est arrivée au Bourg-d'Oisans à dix heures. Elle a profité d'un temps d'arrêt pour visiter encore un point de contact du *Lias* avec les schistes cristallins, mis à découvert par les travaux du nouveau chemin de la Garde. La coupe ci-jointe (fig. 9) montre les conditions de ce contact. Sur les tranches des schistes chloriteux feldspathiques, plongeant à l'est, sous un angle de 50 à 60°, repose d'abord un lit de grès grossier, épais de 0^m50, formé de débris de roches cristallines et contenant beaucoup de cailloux roulés de quartz, de 1 à 3 centimètres de diamètre. Il est recouvert par plusieurs lits de calcaires magnésiens compacts, gris, passant, par altération, à une teinte ocreuse. Ces couches plongent au nord-est, sous un angle de 35°. Ce sont les conditions normales de la superposition discordante des couches inférieures du *Lias* sur les tranches des schistes cristallins, telles que nous les avions vues sur plusieurs points, en allant à la Grave, et telles qu'Élie de Beaumont les a si bien décrites à la corniche de la cascade des Fraux.

Fig. 9.



Contact de la base du Lias (calcaire magnésien) avec les tranches des schistes chloriteux. — Chemin neuf du Bourg-d'Oisans à la Garde.

Si nous avions continué à suivre ce contact jusqu'à l'église de la Garde, nous aurions vu reposer sur ces calcaires magnésiens toute l'épaisse série des schistes argilo-calcaires du *Lias*, se continuant de là vers Auris. Si nous étions montés de la Garde à Huez, nous aurions vu, après un ressaut des schistes cristallins, les mêmes conditions de superposition se reproduire, à 700 mètres au-dessus de la vallée, sur le plateau d'Huez, dont les beaux pâturages sont sur le *Lias*. Ces pâturages sont limités à l'est par l'escarpement abrupt des Petites-Rousses, résultant d'une grande faille à laquelle sont subordonnées plusieurs autres petites failles parallèles, déterminant autant de gradins étagés. Sur chacun de ces gradins, jusqu'au dernier, où se trouve le lac Blanc, à l'altitude de 2,420 mètres, on rencontre des lambeaux de calcaires magnésiens de la base du *Lias*, à peu près horizontaux, posés en discordance sur les tranches des schistes cristallins. La coupe donnée plus loin (fig. 10), met en évidence cette disposition, signalée depuis longtemps dans le Mémoire de M. Dausse (1), et qui offre encore des preuves multiples de la *discordance générale* entre les *terrains secondaires* et les *terrains anciens*, dans toute la *première zone alpine*.

La Société est remontée en voiture au Bourg-d'Oisans et est rentrée à Grenoble dans l'après-midi.

Après ce compte rendu, le Président déclare la discussion ouverte.

M. **Jannettaz**, revenant sur les observations qu'il avait déjà présentées dans la séance au Bourg-d'Oisans, expose qu'il lui paraît difficile de comprendre la fissilité des calcaires argileux du Lias, par un simple affaissement en bloc dans une ouverture ménagée par les failles, ainsi que paraît l'admettre M. Lory ; le clivage ardoisier est parallèle aux feuillets des micaschistes ; dans ce plan de clivage, la chaleur se propage plus facilement que dans le sens perpendiculaire, ce qui indique une modification profonde dans la structure moléculaire.

M. Jannettaz rappelle qu'il a observé aux environs de Laval (Mayenne), des schistes carbonifères, qui, à l'époque de leur dépôt, devaient être de simples argiles : examinés au microscope, ils se montrent entièrement cristallins. Ils forment une voûte, au sommet de laquelle les couches sont horizontales ; la schistosité y est verticale, et, par suite, presque parallèle aux couches sur les flancs de la voûte. Or, non seulement, la pression a développé la schistosité en grand, mais encore une disposition feuilletée intime : les couches du sommet de la voûte, étudiées au microscope, sont formées de fines membranes verticales cristallines, dans lesquelles les cristaux ont des directions quelconques. La pression a donc eu pour résultat de développer non seulement le clivage ardoisier, mais aussi la cristallisation intime dans la roche. On peut donc s'expliquer par la pression l'origine de roches actuellement cristallines, qui auraient été primitivement sédimentaires. Il convient de tenir compte de ces faits qui semblent de nature à expliquer le parallélisme du feuilletage des schistes cristallins avec le clivage ardoisier des calcaires argileux du *Lias.*

---

(1) *Mém. de la Soc. Géol.*, 1^{re} série, t. II.

M. **Renevier** dit qu'il est heureux de constater l'accord des résultats obtenus par M. Jannettaz, à l'aide de l'expérimentation et de l'étude microscopique, avec les idées auxquelles il est lui-même arrivé par l'étude sur le terrain.

Les plissements, la lamination ardoisière, le développement de la cristallisation dans des roches sédimentaires sont des effets d'une même cause commune, la pression latérale, ou mieux la *contraction horizontale* de l'écorce terrestre. La lamination des ardoises du Bourg-d'Oisans, si nettement transverse à la stratification, est certainement due à cette cause générale. Suivant la partie du pli sur laquelle on observe la lamination, celle-ci peut être transverse, oblique ou parallèle à la stratification, parce qu'elle est toujours normale à la direction de la pression.

C'est encore à la même cause générale que l'on peut attribuer le *métamorphisme régional* qui existe toujours plus ou moins intense dans les Alpes. Ainsi, dans les Alpes vaudoises, on trouve des schistes de l'*Oxfordien moyen*, avec des Bélemnites tronçonnées ou écrasées, qui ne sont pas toujours orientées suivant les clivages de la roche, c'est-à-dire les plans normaux à la pression. En se rapprochant des parties plus centrales des Alpes, les fossiles s'effacent, disparaissent, à mesure que la roche devient plus schisteuse, plus luisante ; des paillettes micacées, analogues à la *séricite*, s'y développent, et en arrivant aux Diablerets, ces couches sont devenues presque cristallines.

Les schistes liasiques à *Ammonites opalinus* deviennent micacés près des massifs centraux ; les fossiles y sont écrasés et finissent par disparaître. Les calcaires divisés en gros bancs, en dehors des zones de pression, deviennent plus minces, se cassent obliquement, et perdent leurs fossiles dans les parties centrales des Alpes. C'est ainsi que dans le Valais, on trouve des calcaires complètement cristallins, associés à des schistes sans fossiles.

Ainsi, les terrains secondaires montrent partout, dans cette région, les effets d'actions spéciales plus ou moins intenses, que l'on doit attribuer à la pression. Quant aux *schistes cristallins*, si on les étudie attentivement, on est conduit à admettre qu'ils renferment des groupes de couches d'origine sédimentaire, qui ont dû avoir l'aspect normal des roches contemporaines. Ainsi, on remarque parfois, lorsque la surface de ces schistes est corrodée par les agents atmosphériques, des aspérités, des grains de quartz, arrondis, saillants à la surface, qui paraissent bien indiquer que cette roche a été un grès. L'infiltration par des eaux chargées de silice ou de silicates alcalins, peut-être même la composition spéciale des eaux au milieu desquelles s'est opérée la sédimentation, ont pu aussi intervenir comme facteurs, dans cette origine de la structure cristalline.

M. **Lory** constate l'intérêt que présentent les observations de M. Jannettaz et celles de M. Renevier, au sujet des modifications que les terrains secondaires ont éprouvées, par des actions mécaniques résultant des dislocations alpines. Ces faits s'accordent très bien avec les idées théoriques que M. Daubrée a mises en lumière par des expériences si remarquables. Il n'est pas inutile de rappeler que des modifications analogues se sont étendues jusqu'aux couches argileuses de l'*Éocène* alpin, où elles ont déterminé la production du clivage ardoisier, aussi bien que dans les couches argilo-calcaires du *Lias*. On exploite ainsi des *ardoises*, dans l'*Éocène*, à Saint-Julien et à Villargondran, en Maurienne, à Vallouise, à Orcières, à Châteauroux, etc., dans les Hautes-Alpes ; dans le *Lias*, au col de la Madeleine, à la Chambre, en Oisans, au Valbonnais, etc. ; dans le *Trias*, entre Aigueblanche et Moutiers et à Centron, en Tarantaise.

On en exploite aussi dans le terrain *houiller*, et ce sont même les meilleures de la région, parce qu'elles sont exemptes de carbonate de chaux : telles sont celles de Cevins, entre Albertville et Moutiers, des environs de Chamonix, de Vernayaz et Outre-Rhône, dans le Bas-Valais. Le gisement d'empreintes végétales de Petit-Cœur a dû sa découverte à une recherche de ces ardoises, et celui de Vaulnaveys, près Vizille (Pl. XVII, fig. 2), est dans le même cas. Les empreintes végétales fournies par ces diverses localités attestent que, dans ces schistes houillers, le feuilletage est généralement dans le sens même de la stratification. Ce fait paraît tenir à deux circonstances : 1° à la position, presque toujours voisine de la verticale dans laquelle les couches ont été redressées ; 2° à ce que ces schistes houillers ne constituent, en général, que des assises d'épaisseur médiocre, alternant avec des grès plus résistants, qui ne se seraient pas prêtés aussi facilement au laminage et au clivage ardoisier, sous l'action de pressions latérales.

M. **Lory** fait ensuite la communication suivante :

Sur les schistes cristallins *des* Alpes occidentales *et sur le* rôle des failles *dans la* structure géologique de cette région,

par M. **Ch. Lory**.

Les observations qui viennent d'être présentées par nos savants confrères, M.M. Jannettaz et Renevier, me paraissent exiger que je rappelle à la Société les caractères des schistes cristallins de nos Alpes et le rôle fondamental qu'ils ont joué, à toutes les époques géologiques, dans la constitution de cette région.

Les schistes cristallins des Alpes ne diffèrent pas de ceux sur lesquels, dans toutes les parties du monde, on voit reposer les plus anciennes formations sédimentaires, le plus souvent en discordance complète, sur les tranches de ces schistes. Les gneiss, les micachistes, les schistes amphiboliques ou chloriteux des Alpes sont identiques, minéralogiquement parlant, à ceux du Plateau Central, des Pyrénées, de la Bretagne, etc. Ils me paraissent, aussi bien que ceux des contrées les plus classiques, mériter le nom de *terrain primitif*. Il est vrai que, dans les Alpes françaises, helvétiques et italiennes, on ne les trouve pas recouverts par des terrains de sédiment bien caractérisés, plus anciens que le *terrain houiller ;* mais c'est une analogie de plus avec la plus grande partie du Plateau Central ; et il est encore d'autres rapports que j'essaierai de faire ressortir entre l'histoire géologique de nos Alpes et celle des pays de la rive droite du Rhône.

Il y a cependant une différence notable entre notre *terrain primitif* des Alpes et ceux de la plupart des autres contrées : c'est que, dans les Alpes occidentales du moins, les roches anciennes franchement éruptives sont rares et qu'on a peu d'occasions de les voir sous forme de dykes coupant nettement les schistes cristallins. Nous l'avons vu pour la *protogine*, en Oisans, sur le chemin de Venosc ; on connaît les filons de *granite* de Valorsine et autres environs de Chamonix, et je citerai, tout à l'heure, ceux des gorges de l'Olle, entre Allemont et Saint-Jean-de-Maurienne ; au pied du versant italien sont les belles masses de *granulite* de Baveno et autres. Mais on peut, en maintes directions, traverser complètement les Alpes sans avoir à constater de roches anciennes nettement éruptives. Les schistes cristallins des Alpes ne sont pas hachés de filons éruptifs, comme ceux du Plateau Central, de la Bretagne, etc. Leur caractère stratiforme ne s'en manifeste que mieux, et c'est peut-être un des motifs qui ont porté plusieurs géologues à les considérer comme des terrains sédimentaires modifiés, métamorphiques.

Cette conclusion ne pourrait être légitime que si l'on venait à constater une liaison intime et incontestable entre les *schistes cristallins* et des formations sédimentaires bien caractérisées. Mais rien ne tend à l'établir. Les couches *siluriennes* à *Cardiola interrupta*, etc., constatées par M. Stache dans les Alpes orientales, sont aussi distinctes des schistes cristallins que le sont, sur la lisière sud et est du Plateau Central, les lambeaux bien connus et bien caractérisés de dépôts *siluriens*, *dévoniens*, ou *carbonifères* inférieurs. Ces données ne font que rendre de moins en moins probables les idées théoriques sur l'origine des *schistes cristallins* par métamorphisme de sédiments plus ou moins anciens.

Il est vrai qu'il est souvent très difficile ou même impossible de tracer, d'une manière précise, la limite entre les *schistes cristallins* et les *grès à anthracite* qui les ont recouverts et ont été formés de leurs débris. Si les deux dépôts sont en concordance, si les grès sont à grains fins et ne sont pas accompagnés de *poudingues*, si le terrain a été soumis à un laminage un peu énergique, ces grès peuvent ressembler beaucoup aux schistes *primitifs*, et ne peuvent en être distingués que par des études pétrographiques minutieuses. De pareils faits sont assez connus, dans bien d'autres régions, et pour des terrains très divers, reposant ainsi directement sur le *terrain primitif;* mais ils ne peuvent servir d'arguments pour nier la distinction des deux terrains superposés ou en contact, ni pour considérer les schistes cristallins, comme une transformation métamorphique des grès.

J'ai eu l'avantage de visiter avec M. Renevier et M. de Fellenberg, en 1880, une des localités que le savant géologue de Lausanne considère comme un des plus probantes à cet égard, celle d'Outre-Rhône, en Valais. Il est certain qu'il est souvent impossible d'y reconnaître la limite précise des deux terrains, *schistes cristallins* et *grès houiller*. J'y ai recueilli, dans les *schistes cristallins*, des échantillons de ces roches que l'usure par les agents atmosphériques rend grenues à la surface, et que M. Renevier considère comme des grès incomplètement modifiés : l'étude microscopique de coupes minces de ces roches n'y montre pas une structure détritique, mais bien celle du gneiss glanduleux. Ainsi là, comme ailleurs, il est impossible de démontrer que les *schistes cristallins* proviennent de la transformation de couches qui auraient été d'abord des sédiments ordinaires gréseux ou argileux.

Le rôle fondamental que ces roches jouent partout dans la strucrure des Alpes va nous permettre d'établir encore plus clairement leurs droits au titre de *terrain primitif.*

On sait que les schistes cristallins apparaissent, dans les Alpes, par massifs plus ou moins étendus, entourés par les formations sédimentaires, qui s'appuient sur eux, ou à travers lesquelles ils percent, par des failles. Ces massifs sont répartis principalement dans deux zones, arquées suivant le sens de la courbure générale des Alpes, que j'ai proposé d'appeler *première zone alpine*, ou *zone du Mont-Blanc*, et *quatrième zone alpine* ou *zone du Mont-Rose.* De l'une à l'autre de ces deux zones, la structure des massifs de schistes cristallins est essentiellement différente. Quant aux deux zones intermédiaires, que j'ai désignées, dans les Alpes occidentales, sous les noms de *deuxième* et *troisième zones alpines*, les affleurements de schistes cristallins y sont très rares et peu étendus. (Voir fig. 9 *bis.*)

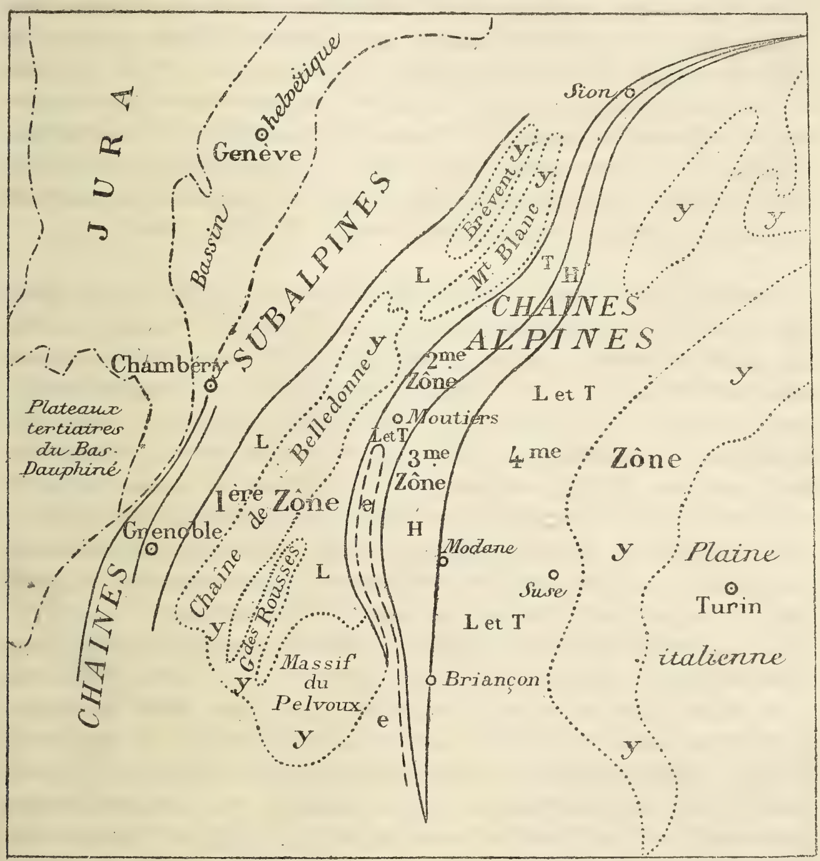
Quatrième zone alpine, ou *zone du Mont-Rose.* — Dans cette zone, les schistes cristallins étaient encore sensiblement horizontaux, quand ils ont été recouverts généralement par le *Trias*, auquel ont succédé, dans certaines parties de la région, des calcaires jurassiques compacts (*calcaires du Briançonnais*), qui se trouvent aussi dans les deuxième et troisième zones. Les schistes cristallins ont été ensuite disloqués avec ces terrains secondaires, et plissés, avec eux, toujours en concordance, en forme de grandes voûtes plus ou moins profondément rompues, qui représentent, sur des dimensions énormément plus grandes, le type classique des chaînes du Jura bernois, souvent compliqué par des *failles*, comme dans le Jura français.

D'après cette structure simple et régulière des massifs de la *zone du Mont-Rose*, la succession des divers groupes de schistes cristallins y est aussi claire et aussi facile à déterminer que celle des étages jurassiques dans les chaînes du Jura. Cette succession est conforme à l'ordre général indiqué depuis longtemps par Cordier, qui l'avait étudiée tout particulièrement sur les grandes voies internationales conduisant de France ou de Suisse en Italie. Il convient toutefois de faire remarquer que son groupe supérieur, celui des *talcites* (ou *talcschistes*), ne renferme qu'accessoirement du *talc* proprement dit, mais bien plutôt des variétés de micas à l'éclat nacré, talcoïdes, particulièrement la *séricite :* le nom de *schistes à séricite* leur a été appliqué par les géologues suisses. Puis vient un groupe considérable de *schistes chloriteux* et de *schistes amphiboliques*, alternant ensemble, et se remplaçant les uns les autres avec un développement variable; puis le groupe des *micaschistes*, dans lequel sont intercalées des couches concordantes de *calcaires cipolins* et même de *calcaires saccha-*

Fig. 9 *bis*.

ZÔNES OROGRAPHIQUES ET GÉOLOGIQUES DES ALPES OCCIDENTALES

Echelle 1: 2.000.000.


JURA
Bassin helvétique
Genève
SUBALPINES
CHAINES
Chambéry
Plateaux tertiaires du Bas-Dauphiné
Grenoble
1ère Zône
Chaîne de Belledonne
Chaîne des Gdes Rousses
Massif du Pelvoux
Brévent
Mt Blanc
Sion
CHAINES ALPINES
2me Zône
Moutiers
3me Zône
4me Zône
L et T
Modane
Suse
Briançon
Plaine italienne
Turin
L
T
H
y
e

LÉGENDE

— . — . — *Limites de la région du Jura et de celle des chaînes subalpines*

——— *Failles limitant les différentes zônes.*

.... *Limites des massifs cristallins:* (y).

- - - - - *Limite du golfe éocène de la Maurienne.* (e).

H_ *terrain houiller;* ——— T_ *Trias;* ——— L _ *Lias.*

roides purs. Les *micaschites*, vers le bas, deviennent feldspathiques, passent au *gneiss* feuilleté, et celui-ci à des gneiss de plus en plus massifs, des *gneiss granitoides*, où la structure feuilletée disparaît presque complètement, mais qui sont encore nettement stratifiés en grand.

Ces différents groupes pétrographiques ne sont point rigoureusement séparés les uns des autres : ils correspondent seulement à la *prédominance* de tel ou tel type de schistes cristallins dans les diverses parties de la série stratigraphique : de vrais *micaschistes*, avec couches de *calcaires cipolins*, et même de vrais *gneiss* se rencontrent jusque dans le groupe supérieur ; ils alternent souvent, à de nombreuses reprises, avec les schistes chloriteux ou amphiboliques. De même, les *gneiss granitoides*, même en assises très épaisses, n'indiquent point nécessairement la base de la série, que l'on peut dire être encore inconnue.

C'est ainsi que les gneiss granitoïdes, dits *gneiss d'Antigorio*, qui se montrent à la base de la belle coupe du massif du Simplon, et dans les assises presque horizontales desquels les gorges de la Diveria sont creusées sur une épaisseur d'environ 700 mètres, s'appuient encore, d'après la carte de Gerlach, sur une assise inférieure de *micaschistes* (1).

D'après les nombreux profils donnés par Gerlach, Theobald, Gastaldi, Giordano, Baretti, pour diverses parties de cette zone, on peut, je crois, considérer comme bien établi que les différents groupes pétrographiques de schistes cristallins s'y représentent partout superposés dans le même ordre. C'est, d'ailleurs, l'ordre classique généralement admis ; et pour ce qui est du Plateau central, c'est aussi celui que donnent les travaux de M. Grüner, dans le Forez, et ceux de M. Fabre, dans la Lozère.

Je ne connais, dans la *quatrième zone alpine* ou *zone du Mont-Rose*, aucun gisement de *terrain houiller :* je suis porté à croire, jusqu'à preuve du contraire, que les schistes cristallins de cette partie des Alpes sont restés à découvert pendant toute la durée des temps paléozoïques, sans être dérangés de leur position horizontale primitive. Ils se sont graduellement affaissés durant la période du *Trias ;* pour recevoir le dépôt de ce terrain, dont les étages inférieurs sont souvent peu développés dans cette zone ; mais l'étage supérieur, représenté par les *schistes lustrés*, y acquiert une épaisseur énorme.

---

(1) Gerlach, *Karte der Penninischen Alpen ; Mém. de la Soc. helvét.*, t. XXIII, 1869. — Ce fait, que nous n'avions pas eu l'occasion de constater, MM. Renevier, Heim et moi, dans notre première exploration du massif du Simplon, en 1877, nous a paru très clair, dans la nouvelle exploration que nous avons faite, à l'occasion du nouveau projet de tunnel de M. l'ingénieur en chef Mayer, en août 1882 (*Note de M. Lory*, 1883).

On connaît la texture remarquablement cristalline que présentent presque toutes les couches de ce *Trias*, dans toute l'étendue de la zone dont il s'agit, et dans une grande partie des *deuxième* et *troisième* zones; on connaît l'état généralement grenu ou saccharoïde des calcaires et des dolomies, les cristaux d'*albite* développés dans ces roches; les *schistes lustrés*, formés, en majeure partie, de minéraux cristallisés, développés, certainement, depuis le dépôt des couches qui les renferment. Cette texture cristalline est uniforme, en rapport intime avec la stratification, qui est toujours très nette; elle est indépendante des actions mécaniques, des pressions ou des glissements que les couches ont pu subir, indépendante des diaclases, du clivage ardoisier, qui se montre rarement dans ces schistes; elle est la même dans les parties des couches restées à peu près horizontales et dans celles qui sont fortement redressées ou plissées. Il est donc bien évident que c'est un *métamorphisme uniforme*, *régional*, *lié à la nature même des dépôts;* et ce qui a eu lieu pour ce *Trias* alpin, à une époque géologique relativement récente, indique nettement qu'il en a été de même, à une époque plus reculée, pour les *schistes cristallins* sur lesquels il repose en stratification concordante.

Dans ceux-ci également, la disposition des lamelles cristallines, le feuilletage, sont constamment parallèles à la stratification, qui est très nette : il en est ainsi, notamment, lorsque la stratification est à peu près horizontale, ce qui arrive sur de grandes étendues, sur le versant italien. Il ne peut être ici question ni de clivage ardoisier, ni de cristallisation sous l'influence d'actions mécaniques locales. C'est bien la cristallisation *générale*, *universelle* et *originelle* du *terrain primitif*, antérieur à toutes les formations sédimentaires proprement dites.

Deuxième et troisième zones alpines. — Vers la limite nord-ouest de la *quatrième zone*, les *schistes cristallins* affleurent souvent très près ou même au contact de la grande bande continue des *grès à anthracite* qui est l'élément le plus important de la *troisième zone.* Ces grès, d'après leurs végétaux fossiles, appartiennent, comme on le sait, à l'étage *houiller inférieur*. Le plus souvent, la limite des deux zones est marquée par une *faille*, et l'on ne peut pas voir, d'une zone à l'autre, les rapports stratigraphiques réguliers entre les grès à anthracite et les schistes cristallins. Mais quelquefois ces derniers apparaissent aussi sous les grès de la *troisième zone*, comme cela se voit au pont de Saint-André, près la gare de Modane : et alors il y a *concordance* entre les feuillets des *schistes cristallins* et les couches des *grès houillers*.

De plus, sur une foule de points de cette même limite, à la Thuile, Sainte-Foy, Pesey, Macot, Bozel et à Saint-André, près Modane, on trouve, dans la partie inférieure des grès à anthracite, des conglomérats plus ou moins grossiers, formés des fragments, à peine roulés, de schistes cristallins identiques à ceux qui affleurent dans le voisinage. Il est donc bien évident que le feuilletage et la cristallisation des *schistes cristallins* de la quatrième zone sont des faits antérieurs à la *période houillère*, bien antérieurs, par conséquent, aux *schistes lustrés* du *Trias*, qui reposent en concordance sur ces schistes cristallins.

Le *Trias*, avec le même faciès et la même puissance que dans la *quatrième zone*, s'étend aussi sur la moitié nord de notre *deuxième zone*, depuis les environs de Moutiers jusqu'au-delà de Sion. C'est à l'étage moyen de ce *Trias* qu'appartiennent les marbres de l'Étroit du Ciex, entre Moutiers et Aime, les dolomies à cristaux d'*albite* du col de la Seigne, etc. L'étage supérieur, celui des *schistes lustrés*, contient de nombreuses intercalations de poudingues souvent très grossiers, dont les cailloux, ayant souvent plusieurs décimètres de grand axe, sont d'espèces très diverses : des *schistes cristallins* anciens, très variés, des *grès à anthracite*, des *quartzites* de l'étage inférieur du *Trias*, des dolomies et des calcaires cristallins, que je viens de citer dans l'étage moyen, et même des *schistes gris lustrés*, qui ne peuvent provenir que des assises *triasiques* inférieures à ces conglomérats. Comme tous ces cailloux roulés ont la structure caractéristique plus ou moins cristalline, grenue ou feuilletée des roches dont ils proviennent, et que leurs feuillets, dans les conglomérats, ont des directions quelconques, il faut nécessairement en conclure que la cristallinité ou le feuilletage des roches du *Trias*, dans cette région, sont contemporains du dépôt même de ce terrain et indépendants de toutes les dislocations, pressions, etc., qu'il a pu subir ultérieurement. C'est encore une preuve frappante à l'appui de cette conclusion, que nous avons formulée ci-dessus.

Tous les faits que je viens de signaler, relativement aux conglomérats *houillers* de la *troisième zone* et *triasiques* de la *deuxième*, concourent de même à démontrer que la structure cristalline et plus ou moins feuilletée des *schistes cristallins* est également générale et antérieure au *terrain houiller*. Comme d'ailleurs, dans ces trois zones alpines (*deuxième*, *troisième* et *quatrième zones*), tous les terrains, depuis les *gneiss* les plus inférieurs jusqu'au *Lias* inclusivement, sont en stratification parallèle et sensiblement concordante, il en résulte que la structure feuilletée ou cristalline, dans les terrains *plus anciens* que le *grès houiller*, aussi bien que dans le *Trias*, plus récent, est absolument indépendante des grandes actions mécaniques qui n'ont façonné ces terrains en montagnes que postérieurement à la période du *Lias*.

Arrivons maintenant à la *première zone alpine* qui va nous fournir, dans des conditions tout autres, des preuves non moins claires à l'appui des mêmes conclusions.

Première zone alpine ou zone du Mont-Blanc. — Les massifs primitifs de cette zone, tels que les Alpes Bernoises, le Mont-Blanc ou nos massifs des Alpes dauphinoises, sont, en général, loin de présenter ce type de structure régulière, en grands plis anticlinaux, en grandes voûtes, des massifs de la *quatrième zone.* Par suite, il devient souvent difficile d'y reconnaître la succession normale des divers groupes de schistes cristallins. Cela tient à ce que cette zone est réellement la partie ancienne du système orographique des Alpes, et que sa structure résulte de dislocations de diverses époques.

On sait qu'il existe, dans cette zone, des *grès à anthracite*, beaucoup moins puissants et moins continus que ceux de la troisième zone, et qui, d'après leurs végétaux fossiles, paraissent être plus récents et appartenir à l'étage *houiller supérieur.* Dans le canton de la Mure, qui contient les exploitations d'*anthracite* les plus importantes des Alpes, l'épaisseur de ces grès ne dépasse pas 300 mètres. La discontinuité de ces dépôts, leur faible puissance et les variations de faciès qu'ils présentent tendent à faire croire qu'ils ont été formés dans de petits bassins peu étendus.

Sur le versant ouest de la *première zone alpine,* on peut reconnaître, en plusieurs endroits, des traces de dislocations des schistes cristallins, antérieurement au dépôt de ces grès houillers; elles se manifestent par des discordances locales, sur quelques points du bassin de la Mure; on peut en citer aussi le long de la chaîne de Belledonne, par exemple pour le petit lambeau du Clot-Chevalier, au-dessus de la mine des Chalanches (voir fig. 10, p. 662); les coupes données par M. Alphonse Favre paraissent en indiquer dans les environs de Chamonix, et celles de M. Renevier dans le Bas-Valais. Mais sur le versant est de la même zone, dans l'Oisans, le massif des Grandes-Rousses, etc., il y a généralement concordance entre le grès houiller et les schistes cristallins, comme nous l'avons vu si nettement entre le Châtelard et la galerie de l'Infernet (pl. XVII, fig. 4).

Il me semble que l'on peut se représenter les schistes cristallins de la *première zone alpine* comme ayant constitué, vers le milieu de la période houillère, un plateau assez accidenté et disloqué du côté ouest et nord-ouest, par lequel il se rattachait peut-être au Plateau

Central de la France; en pente douce, au contraire, vers l'est-sud-est, où il se raccordait, par l'emplacement actuel de la *deuxième zone*, avec le vaste bassin, dont le fond, graduellement affaissé, avait reçu le dépôt puissant et continu des grès houillers inférieurs de la *troisième zone*. Ce bassin, était limité, à son tour, de l'autre côté, par un autre plateau très uniforme de schistes cristallins, ceux de notre *quatrième zone* actuelle, qui seraient restés à nu jusqu'au début de la période du *Trias*.

Mais c'est après le dépôt des grès à anthracite, entre la période de la *houille* et celle du *Trias*, qu'ont eu lieu les principales dislocations qui ont redressé et contourné les couches des terrains anciens de la *première zone*. On y peut poser en fait *général* que, partout où les couches du *Trias* sont à peu près horizontales, elles reposent en stratification discordante sur les tranches des terrains anciens, soit *grès houiller*, soit *schistes cristallins*. Dans cette zone, le *Trias* est toujours mince, incomplet, et souvent il manque; c'est encore une analogie manifeste avec le Plateau Central. Alors c'est entre le *Lias* et les terrains anciens que se manifeste la discordance générale, dont nous venons de voir, en Oisans, tant d'exemples si nets, et qui est tout aussi marquée, dans le canton de la Mure, entre le *Lias* et les *grès à anthracite* (1).

C'est dans ces localités, où les terrains secondaires sont restés à peu près horizontaux, qu'on peut étudier sans incertitude leurs relations stratigraphiques avec les terrains anciens qui leur ont servi de base. Les discordances ainsi constatées sont *incontestables*, tandis que les concordances *apparentes* entre des couches fortement inclinées, sur les flancs des vallées, s'expliquent par des glissements, comme je vais le rappeler bientôt. La discordance des terrains secondaires avec les couches du *grès houiller*, aussi bien qu'avec le feuilletage et les divisions stratiformes des *schistes cristallins;* d'autre part, la concordance de celles-ci avec les couches du *grès houiller*, telle que nous avons pu l'étudier si nettement, sur la grande route de l'Oisans, entre le Châtelard et la galerie de l'Infernet (pl. XVII, fig. 4), sont des faits qui me paraissent répondre suffisamment aux objections formulées par M. Renevier, et concourir à démontrer que le feuilletage et les divisions stratiformes des schistes cristallins sont bien des caractères originels de ces roches, et non des effets secondaires des dislocations et des pressions auxquelles ils ont été soumis.

D'ailleurs, comme je l'ai fait observer plus haut, les grès houillers de la *première zone* aussi bien que ceux de la *troisième*, sont accompagnés de conglomérats, contenant de volumineux débris de *schistes cristallins feuilletés*, dont les caractères pétrographiques sont, en général, ceux des roches cristallines sous-jacentes. Ces conglomérats sont bien connus sur le versant ouest-nord-ouest de nos massifs alpins : ce sont les poudingues de Valorsine, et autres environs de Chamonix, dont on trouve les analogues aux environs de Beaufort et aussi dans le bassin de la Mure. Mais ils ne sont pas moins caractérisés sur le versant est-sud-est de la *première zone*, dans l'Oisans, et ils sont particulièrement très développés sur le versant est des Grandes-Rousses, au-dessus de Clavans (fig. 10). Le grès houiller étant là concordant avec les schistes cristallins, l'existence des cailloux de schistes cristallins, *déjà feuilletés*, dans ces poudingues, démontre clairement que leur feuilletage est antérieur à toutes les dislocations qui ont affecté le massif en question.

---

(1) *Bull.*, 1re série, t. XI, *Réunion à Grenoble*, pl. V, fig. 2 et 3.

Mais il y a plus, et malgré les dislocations qui ont eu lieu, dans la *première zone*, postérieurement au dépôt du *Lias*, on peut encore, avec quelque attention, y retrouver la série des *schistes cristallins*, conforme à celle que nous avons indiquée dans la *quatrième zone* et reconstituer les massifs, tels qu'ils devaient être antérieurement au dépôt du *Trias*.

C'est ainsi que, sur la route de Vizille au Bourg-d'Oisans (pl. XVII, fig. 2), nous avons constaté nettement la succession des premiers termes de la série, *talcschistes* (ou *schistes à séricite*), schistes *chloriteux* et schistes *amphiboliques*, puis les *micaschites* dans lesquels, sur le chemin d'Allemont à la mine des Chalanches, on trouve intercalées, en parfaite concordance, trois petites couches de *calcaire cipolin*.

Ces micaschistes sont tranchés brusquement par une grande faille qui limite, à l'est-sud-est, le massif de Belledonne, et le long de laquelle est affaissée la bande de *Lias* qui sépare ce massif de celui des Grandes-Rousses (fig. 10) ; c'est la même faille que nous avons traversée à Boirond, avant d'arriver au Bourg-d'Oisans (pl. XVII, fig. 3). Mais on peut facilement suivre ces mêmes micaschistes, toujours inclinés de même et dirigés en moyenne, au nord 10° est, en remontant le vallon de l'Olle, d'Allemont au Rivier.

On peut encore arriver directement à cette dernière localité, en partant de la station de Brignoud (ligne de Grenoble à Chambéry) et passant par Laval et le col de la Coche : on traverse alors (fig. 11) une coupe très nette, qui ne diffère de celle de Vizille à Allemont que par un développement moindre des schistes amphiboliques, formant l'arête du col, entre les talcschistes et chlorito-schistes du versant

Fig. 10

Echelle : $\frac{1}{100.000}$

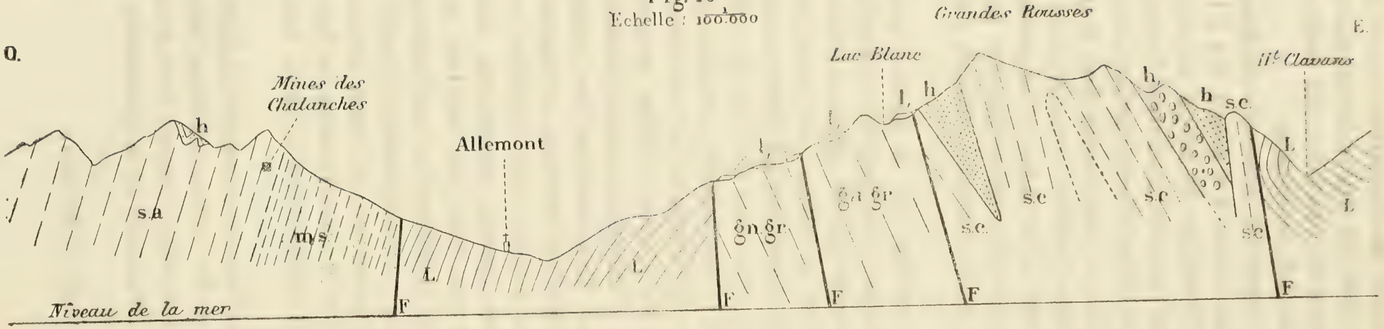
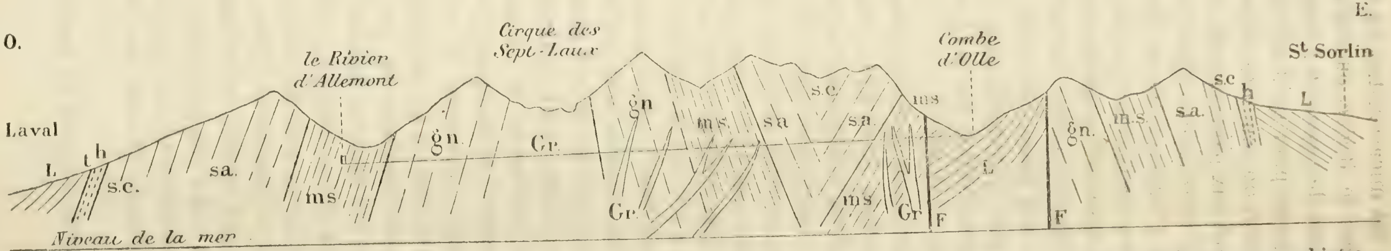

Grandes Rousses
O.
E.
Mines des Chalanches
Allemont
Lac Blanc
Mt Clavans
h
s.a
ms
L
gn.gr
gn gr
s.c
h
l
h1
s.c.
L
F
F
F
F
F
Niveau de la mer

Fig. 11

Echelle = $\frac{1}{125.000}$


O.
E.
Laval
le Rivier d'Allemont
Cirque des Sept-Laux
Combe d'Olle
St Sorlin
L
t
h
s.c.
sa.
ms
gn.
Gr.
gn
ms
sa
s.c.
s.a.
ms
Gr
Gr
L
gn.
m.s.
s.a.
s.c
h
L
F
F
Niveau de la mer

L, Lias; , Lias inférieur (calcaire magnésien); t, Trias; h, grès houiller; h_1, poudingue houiller; *s.c.*, schistes chloriteux; *s.a.*, schistes amphiboliques; *ms*, micaschistes (avec couches de calcaire cipolin); *gn*, gneiss; *gn.gr.*, gneiss granitoïde; *Gr*, granite, massif et en filons; F. failles.

ouest et les micaschistes du versant est. En descendant du col de la Coche vers le Rivier, on remarque dans les micaschistes quelques petits filons de *pegmatite* à larges lames de *mica blanc*, fait assez rare, dans ce pays, pour qu'il soit intéressant de le signaler.

Du Rivier, on remonte l'étroite coupure transversale du Maupas, conduisant aux pâturages de la Combe d'Olle. J'ai décrit, il y a longtemps (1) cette coupe, que j'ai eu l'avantage de revoir récemment avec MM. Potier et Marcel Bertrand, dans les conditions favorables des travaux de la route qui va remplacer un affreux sentier, peu propice aux observations géologiques. Elle est représentée dans le profil ci-joint, fig. 11, p. 662. Les micaschistes du Rivier, *ms*, qui alternent déjà avec des gneiss feuilletés, passent, à leur base, à des gneiss de plus en plus feldspathiques et granitoïdes, qui s'appuient sur le *granite* massif, d'où tombent en cascade les eaux de la partie sud du cirque des Sept-Laux.

De l'autre côté de cette masse de granite, *Gr.*, le gneiss reparaît, plongeant vers l'est. Grâce aux entailles faites par les travaux de la route, il nous a été possible de constater que ce gneiss est traversé par des *filons granulitiques*, et il en est de même des micaschistes qui le recouvrent; mais ces filons ne paraissent pas pénétrer dans les schistes amphiboliques, que l'on rencontre ensuite, en approchant de l'issue supérieure de la gorge. Ces schistes amphiboliques sont pliés en *V;* et de l'autre côté de ce pli synclinal, on revoit encore les micaschistes, au flanc occidental de la Combe d'Olle, plongeant vers l'ouest, comme ceux du Rivier, et traversés encore, comme les précédents, par des filons granitiques. Une bande de *Lias*, affaissée entre deux *failles*, dans la Combe d'Olle, interrompt, sur une faible largeur, la continuité de la coupe du terrain *cristallophyllien;* mais on en recoupe de nouveau les assises, *gneiss*, *micaschistes*, *schistes amphiboliques*, plongeant à nouveau vers l'est, en montant de la Combe d'Olle au col de la Croix-de-Fer et descendant sur Saint-Sorlin. Un petit lambeau de *grès houiller*, prolongement de celui du versant est des Grandes-Rousses, revêt ce versant du massif cristallin, et disparaît en s'enfonçant, à l'est, sous la vaste étendue de *Lias* du bassin des Arves, comme son pareil le fait à l'ouest, à Laval, sous le *Lias* de la rive gauche de l'Isère.

Cette coupe, facile à suivre maintenant dans tous ses détails, montre donc à plusieurs reprises toute la série des *schistes cristallins*, depuis les *schistes à séricite* jusqu'aux *gneiss granitoïdes*, formant deux grands plis anticlinaux, séparés par un pli synclinal, et la continuité de cette belle étude des massifs anciens n'est interrompue que par l'étroite bande de Lias affaissée dans la Combe d'Olle. Elle est aussi tout particulièrement remarquable par l'affleurement du granite massif des Sept-Laux, et par les *filons de granulite* traversant les gneiss et les micaschistes.

---

(1) *Description géologique du Dauphiné*, 1re partie, § 102 (1860).

Si l'on compare cette coupe à celle que j'ai figurée sur la même page, passant par Allemont et les Grandes-Rousses, on reconnaît facilement que la principale différence entre les deux consiste en ce que les parties médianes du grand pli anticlinal de gauche ont été, l'une *affaissée*, sous la vallée d'Allemont, en entraînant avec elle un grand lambeau de *Lias*, en couches fortement inclinées, l'autre exhaussée par des failles, en plusieurs gradins étagés, dont chacun porte encore de petits *témoins* des assises inférieures du *Lias*, en couches à peu près horizontales. D'autre part, au contraire, une bande étroite appartenant à la partie médiane du pli anticlinal de droite, resté intact dans la coupe des Grandes-Rousses, a été affaissée sous la Combe d'Olle, en entraînant encore avec elle un épais lambeau de *Lias*.

Cette comparaison est bien propre à nous faire reconnaître nettement les caractères des dislocations qui ont affecté les terrains anciens de notre *première zone*, antérieurement aux dépôts du *Trias* et du *Lias*, et aussi de celles qui ont eu lieu postérieurement au dépôt de ces terrains secondaires.

Les premières ont dû consister en de grands *plissements* des terrains anciens, donnant lieu à des alternances régulières d'anticlinales et de synclinales, qui répondent très bien au type orogénique auquel nos confrères des Alpes suisses semblent, pour la plupart, disposés à accorder une prépondérance peut-être un peu trop exclusive. Ce type, d'ailleurs, est celui que je me suis, moi-même, appliqué à faire ressortir, dans l'orogénie, *plus récente*, des massifs de la *quatrième zone*.

Les coupes sur lesquelles j'attire en ce moment l'attention de la Société le mettent en évidence dans la *première zone*, pour les massifs de la chaîne de Belledonne et des Grandes-Rousses. L'extrémité nord du massif du Pelvoux, que nous avons traversée dans la gorge de Malaval, nous a montré des plissements en grand, tout à fait analogues, que complète l'inclinaison générale, vers l'est, de la grande arête de protogine et de gneiss chloriteux, qui commence en face de la Grave et forme tout le versant oriental du massif.

Ces terrains anciens de la première zone, ainsi plissés, redressés, le plus souvent dans un position voisine de la verticale, ont été soumis à des dénudations et à un rabotage général sur leurs tranches. Cela s'est effectué probablement pendant la période *pénéenne*, qui n'est représentée, dans cette région, par aucune formation sédimentaire. Puis ce fond de vieilles roches plissées et consolidées a reçu, d'abord, des dépôts minces et discontinus de *Trias*, et ensuite une couverture de *Lias*, générale et très épaisse, du moins dans la région des Alpes occidentales.

Dans les dislocations qui ont eu lieu postérieurement au dépôt du *Lias* (sans chercher à en déterminer la date, ou les dates, d'une manière plus précise), les terrains anciens de la première *zone alpine* ne me paraissent pas s'être prêtés à de nouveaux plissements. Tout me confirme de plus en plus dans l'idée que j'ai émise en 1873 (1), que ces terrains, déjà plissés depuis si longtemps, en couches si fortement redressées, se sont comportés, dans leur ensemble, comme des masses rigides : ils n'ont pu se prêter qu'à des *failles* et à des glissements, des dénivellations, suivant les plans de fracture ou suivant les joints de stratification.

Au contraire, les terrains secondaires, encore horizontaux, se sont comportés comme des corps flexibles, et même plus ou moins plastiques, surtout quand l'élément argileux dominait dans leur composition. Ils n'ont été rompus complètement que par des *failles* d'importance majeure ; partout ailleurs, ils se sont adaptés, par des *glissements* et par des *plis* multipliés, aux nouvelles formes de leur base disloquée, de manière à en mouler, pour ainsi dire, les saillies et les angles rentrants, dans toutes les positions possibles. Ils ont laissé souvent, sur les sommets et les plateaux étagés, résultant des *failles* des massifs anciens, des lambeaux, témoins de leur ancienne extension, et conservant souvent une stratification horizontale ; l'Oisans nous en a montré les plus beaux exemples, jusqu'à 3,500 mètres d'altitude. Mais cette couverture de terrains secondaires a glissé, en majeure partie, dans les dépressions qui résultaient de l'affaissement graduel de certaines portions de sa base, disloquée par les failles. Ces terrains secondaires, se montrent alors, sur les flancs des vallées, en couches fortement inclinées, contournées en plis multipliés, qui contrastent avec les allures uniformes des terrains anciens.

En 1873 et en 1875 (2), j'expliquais de cette manière la structure de la vallée de Chamonix, de même que celle des vallées de l'Oisans.

---

(1) *Sur quelques faits de la structure des massifs centraux des Alpes*, *Bull. de la Soc. Géol.*, 3^e sér., t. I, p. 397 ; et *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, février 1874.

(1) *Bull.*, 3^e sér., t. I, p. 397, et t. III, p. 783.

J'étendais la même explication à bien d'autres faits considérés comme des anomalies de la statigraphie alpine : la concordance apparente, et non réelle, des couches secondaires avec les terrains anciens, sur les flancs des vallées ; les enchevêtrements locaux de ces lambeaux, qui, en glissant les uns sur les autres, avaient pu donner lieu à des apparences d'alternances anormales, telles que celles de Petit-Cœur ; enfin les célèbres *coins calcaires* des Alpes Bernoises, dont les couches, pliées en forme de *V* couché sur le côté, sont serrées dans le gneiss, en feuillets verticaux. Mes explications provoquèrent des objections de M. Studer et, bientôt après, de nouvelles études très précises de deux géologues bernois, M. Baltzer et M. de Fellenberg, sur les deux versants des Alpes Bernoises. Ces travaux remarquables me semblent avoir pleinement confirmé mes idées, sauf les restrictions toutes naturelles qui résultent de ce que les feuillets du gneiss ne sont pas restés absolument inflexibles dans le voisinage immédiat des *failles*, où le frottement des terrains en mouvement a eu lieu sous d'énormes pressions.

Le *Lias* de la Grave, reposant sur les tranches du micaschiste et du gneiss, et sur lequel presse en surplomb la grande masse de protogine et de gneiss chloriteux de la Meidje, est dans un cas analogue à celui des *coins calcaires* des Alpes Bernoises. Il en est de même pour les autres exemples de *superpositions* des roches granitiques au *Lias*, décrits par Élie de Beaumont, et que l'illustre géologue a toujours expliqués par des *failles*, ainsi que je l'ai rappelé dans le compte rendu de notre dernière excursion.

C'est encore par des *failles* et par les glissements qu'elles ont déterminés, que s'expliquent les conditions *anormales* du contact des terrains secondaires avec les micaschistes des pentes inférieures du Mont-Blanc, dans la vallée de Chamonix. J'en ai donné l'explication, en partant du fait *normal*, c'est-à dire de la superposition de ces terrains, en couches horizontales, sur les tranches des schistes cristallins (1) : pendant la réunion de la Société Géologique à Chamonix, M. Gosselet a voulu vérifier par lui-même cette explication, et après étude sur place il a déclaré s'y rallier (2).

Dans notre coupe *pl.* XVI. *fig.* 4, substituons, par la pensée, aux assises néocomiennes et urgoniennes du Grand-Som, des gneiss ou autres roches cristallines en feuillets fortement inclinés : le coin *C* du pâturage de Bovinant pourrait représenter alors un de ces *coins*, dont les couches, dans les conditions normales, reposent, en

(1) *Bull. de la Soc. Géol.*, 3^{e} sér., t. I, p. 401-404; t. III, p. 786.
(2) *Ibid.*, 3^{e} sér., t. III, p. 797.

discordance, sur les tranches des schistes cristallins, mais ont été repliées sur elles-mêmes, à mesure qu'elles s'affaissaient sous la lèvre supérieure d'une *faille en surplomb.*

Ces accidents, si faciles à étudier dans les *failles* de nos chaînes subalpines, donnent ainsi les explications les plus naturelles des difficultés les plus controversées de la stratigraphie alpine.

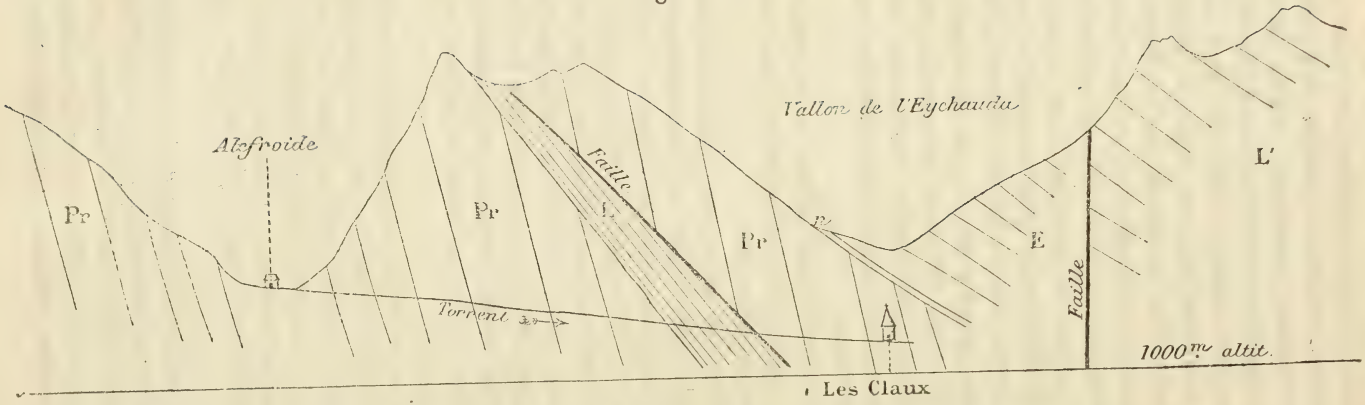
D'autres fois même, ces intercalations de terrains secondaires dans les roches cristallines *primitives* ont eu lieu sans repli des couches sur elles-mêmes, par des failles obliques en surplomb. La fig. ci-jointe n° 12 représente un bel accident de ce genre, que l'on peut étudier pas à pas, en Vallouise, des deux côtés de la gorge conduisant des Claux aux chalets d'Alefroide. Un lambeau de calcaires argileux du *Lias*, d'environ 200 mètres d'épaisseur, dans le bas, repose régulièrement, du côté d'amont, sur les tranches des divisions stratiformes, à peu près verticales, d'une belle protogine à feldspath rose : ce *Lias* est identique à celui de la Grave et renferme, comme lui, des Bélemnites dans ses couches inférieures. Mais en aval il est recouvert, des deux côtés de la gorge, par une autre masse de protogine, pareillement granitoïde, à orthose d'un blanc verdâtre, qui coupe ses couches en biseau, suivant un plan incliné d'environ 45°, tout en étant partagée elle-même en divisions stratiformes à peu près verticales, tranchées obliquement par la même surface de contact. Il est clair que nous sommes encore là en présence d'une fracture oblique, qui a eu lieu, dans le massif des protogines, après le dépôt du *Lias*, et qui a été suivie d'un glissement, par lequel le terrain calcaire a été, en quelque sorte, fauché et rasé obliquement. Ce bel accident géologique est tellement net que l'on pourrait aisément le photographier, en se plaçant dans le vallon de Saint-Pierre, à moins d'un kilomètre en amont des granges d'Alefroide.

C'est dans des conditions analogues, mais sur des dimensions bien plus restreintes, que se montre, aux Bains de l'Échaillon, près la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, un paquet de schistes du *Lias* (1), contenant des Bélemnites et des Ammonites, accompagnés de grès et de schistes argileux, plus ou moins métamorphiques, qui repose sur un *gneiss chloriteux* presque granitoïde et sur lequel a glissé, d'autre part, un paquet bien plus épais de schistes amphiboliques ou chloriteux, au voisinage immédiat de la grande *faille* qui forme la limite orientale de notre première zone.

---

(1) *Bull.*, 2^e sér., t. XXIII, p. 486, note.

Fig. 12.


Alefroide
Pr
Pr
Faille
L
Pr
n
Vallon de l'Eychauda
E
Faille
L'
Torrent
1000m. altit.
Les Claux

Profil géologique suivant la rive gauche du torrent d'Alefroide, en Vallouise; échelle de $\frac{1}{40,000}$. — *Pr*, protogine; L, Lias schisteux, reposant sur la protogine et recouvert par une autre masse de la même roche, qui coupe ses couches en biseau, par suite d'une faille oblique. — L', Lias compact, calcaire du Briançonnais, formant la montagne des Tenailles. — E, grès et ardoises du terrain nummulitique; *n*, couches à nummulites, à leur base.

Les dislocations qui se sont produites dans notre *première zone alpine*, après le dépôt des terrains secondaires, ont eu lieu, principalement, selon des directions parallèles à celles suivant lesquelles s'était opéré le plissement des terrains anciens. Il était résulté de ce plissement des lignes de moindre résistance, tout indiquées pour l'emplacement des nouvelles fractures. C'est de préférence vers les axes des ruptures anticlinales, ou suivant les bandes de micaschistes, partie la moins résistante de la série des schistes cristallins, que se sont produits les affaissements qui ont donné lieu aux vallées alpines actuelles. C'est, si l'on voulait appliquer à nos Alpes, la nomenclature orographique de Thurmann, c'est suivant les axes des *cirques gneissiques*, et plus souvent encore suivant les *combes* latérales de *micaschistes*, mais *presque jamais suivant les plis synclinaux*, que les terrains anciens ont été ainsi découpés en massifs, séparés par les bandes d'affaissement, où les terrains secondaires, s'adaptant graduellement aux déformations de leur base, sont descendus en se plissant sous leur propre poids.

Telle est l'origine de nos massifs actuels de la *première zone*, et la raison pour laquelle *aucun d'eux* ne représente une voûte régulière, un *pli anticlinal* des terrains anciens.

C'est ainsi que la *chaîne de Belledonne*, considérée dans sa partie la plus élevée, entre Grenoble et Allemont, ne représente qu'un *crêt* à pendage occidental : la dépression dans laquelle s'est affaissé le *Lias*, et où sont les villages d'Allemont et d'Oz (fig. 10), correspond à une partie de la *combe* des micaschistes et une partie de la *voûte* centrale de gneiss; l'autre partie de celle-ci, découpée par des *failles* en gradins étagés, appartient déjà au massif des Rousses, qui comprend, suivant ce même profil, dans la partie culminante, un pli anticlinal, flanqué des deux plis synclinaux où se trouvent serrées les deux bandes de *grès houiller*.

Le massif du Pelvoux, traversé à son extrémité nord, dans la gorge de Malaval, nous a montré de même, deux plis synclinaux, avec un pli anticlinal entre eux. Complété par le grand crêt de *gneiss chloriteux* et de *protogine* qui s'étend de la Meidje au Pelvoux, ce massif est encore celui qui, dans son ensemble, s'éloigne le moins de la forme d'une grande voûte régulière, rompue et effondrée dans sa partie médiane.

Tous les massifs de roches anciennes de la première zone donneraient lieu a des remarques analogues. On sait la différence complète qui existe, des deux côtés de la vallée de Chamonix, entre les roches du Brévent et celles du massif du Mont-Blanc. La vallée de Chamonix peut être regardée comme résultant d'une dépression entre deux failles, qui correspondrait à l'emplacement d'une combe dans les *micaschistes :* le Brévent serait la voûte centrale d'un pli anticlinal ancien, dont le crêt occidental a complètement disparu, et n'a peut-être même jamais existé ; parce que, dès avant l'époque houillère, cette lisière extrême de la première zone pouvait avoir été démantelée par de plus anciennes dislocations, comme nous l'avons dit plus haut.

Quant au Mont-Blanc, sa structure en éventail a donné lieu à bien des théories, et j'ai varié d'opinion à ce sujet, tant que je n'ai pas été fixé sur l'ordre normal de succession des divers groupes de schistes cristallins. Dès que j'ai eu l'occasion de le constater par moi-même dans plusieurs des massifs réguliers de la *quatrième zone*, j'ai été convaincu que personne n'avait mieux compris cette question que Cordier, qui a affirmé l'âge de la *protogine* en la rangeant, comme roche stratiforme, dans son étage des *talcites cristallifères*, et a précisé la superposition régulière et normale de cette roche sur les *micaschistes* de la vallée de Chamonix (1). Dès lors, le Mont-Blanc n'est plus une voûte centrale de soulèvement, et sa *structure en éventail* devient simplement un *pli synclinal* de l'étage supérieur des schistes cristallins, limité de part et d'autre par deux failles, suivant lesquelles se sont affaissées les bandes liasiques de la vallée de Chamonix et du val d'Entrèves.

J'ai été pleinement confirmé dans cette opinion par les résultats des belles et consciencieuses études de M. de Fellenberg sur la structure du versant valaisan des Alpes Bernoises, communiquées par lui à la Réunion de la Société helvétique en 1880, à Brigue : j'ai pu, sous la conduite de cet habile géologue, avec plusieurs autres membres de la Réunion, vérifier l'une de ses coupes les plus importantes, qui montre, dans la vallée de Lœtsch, l'axe du massif occupé par les *schistes à séricite*, avec les *schistes chloriteux et amphiboliques*, puis les *micaschistes*, de part et d'autre, et les deux côtés extérieurs formés par le *gneiss*. La structure en éventail des Alpes Bernoises n'est donc, elle aussi, qu'un simple pli synclinal. La *protogine* y intervient aussi, comme un gros amas intercalé dans les schistes chloriteux et amphiboliques, qui forme la belle sommité du Bietsch-horn ; mais il s'amincit rapidement, en direction, et cesse précisément au bord de la coupure transversale qui, de Gampel à Ferden, donne facilement accès jusqu'au cœur du massif.

Il me semble que, sans entrer dans de plus longs développements, ces exemples suffisent pour bien fixer le caractère des massifs de la *première zone alpine*. Ce sont de *grandes ruines restées debout*, quelques unes même, peut-être, exhaussées par des poussées locales, *au milieu des autres parties du* terrain primitif, qui se sont *affaissées*, soit *en masse*, suivant de grandes *failles*, soit *en détail*, par des *glissements* échelonnés, suivant des diaclases multiples, ou suivant les joints de stratification. La couverture de terrains secondaires, *flexibles*, qui reposait sur ce soubassement *rigide*, a suivi nécessairement ces mouvements d'affaissement ; elle a laissé sur les hauteurs (jusqu'à 3,500 mètres d'altitude), des lambeaux de ses assises inférieures, qui sont souvent à peine dérangées de leur situation horizontale ; mais elle a nécessairement glissé, en majeure partie, dans les dépressions, elle en a revêtu les parois, de ses couches fortement inclinées ; elle s'y est accumulée en plis multipliés, attestant clairement qu'elle s'étendait autrefois, en largeur, sur des surfaces bien plus considérables.

---

(1) *Description du sol primordial*, *in* Ch. d'Orbigny, *Description des Roches*, p. 427 (1868).

L'Oisans se prête éminemment à la vérification de ces idées, et l'excursion que la Société vient d'y faire appellera de nouveaux contrôles, qui leur seront, je l'espère, favorables. Je suis convaincu qu'elles trouveront leur application dans bien d'autres systèmes de montagnes que celui des Alpes.

Revenons sur l'ensemble des faits que nous venons de discuter : il en ressortira encore d'autres conséquences d'un intérêt tout aussi général.

Dans leur état actuel, les quatre zones que nous avons distinguées, dans les Alpes occidentales, sont délimitées et séparées les unes des autres par des alignements de grandes *failles*. Assurément, il n'est pas de trait plus important ni plus fondamental dans la structure de cette partie des Alpes que cette *faille* qui, prenant naissance sur le versant est de notre massif du Pelvoux, en Vallouise, peut être suivie sans interruption sur un parcours de 180 kilomètres, par le Lautaret, Saint-Jean-de-Maurienne, Aigueblanche, le col de la Seigne, le col Ferret et Sembranchier, pour venir joindre la vallée du Valais près de Saxon ; à partir de là, elle se confond, à peu près, jusqu'à Louèche, avec la direction de la vallée, où viennent aboutir, de même, les *failles-limites* de la *deuxième* et de la *troisième* zone, de la *troisième* et de la *quatrième :* et le concours de ces dislocations peut être légitimement regardé comme la cause originelle de cette grande vallée longitudinale du Rhône supérieur.

Mais nos quatre zones, délimitées ainsi par de grandes failles, ne sont pas moins distinctes les unes des autres par des particularités très importantes de leur structure géologique.

La *première zone alpine* (ou *zone du Mont-Blanc*), est *la seule* où les couches des terrains anciens aient été disloquées, redressées et plissées avant le dépôt des terrains secondaires (*Trias* et terrain *jurassique*). La structure des massifs saillants de cette zone est le résultat complexe de dislocations appartenant à *deux époques au moins*, très différentes.

La *troisième zone* est *la seule* où se rencontre l'*étage houiller inférieur*, très puissant, qui en occupe presque toute l'étendue.

Dans la première et la deuxième zone, le *terrain houiller* n'est représenté que par des dépôts minces et discontinus, dont la flore fossile indique un âge plus récent. Dans la *quatrième zone*, on ne connaît pas de dépôts qui puissent être attribués avec certitude au terrain houiller.

La *deuxième zone* est *la seule* où il se soit produit, dans le cours de la période *éocène*, une longue et étroite dépression, dans laquelle la mer *nummulitique* venant du sud-est, a pénétré et formé de puissants dépôts, depuis Vallouise jusqu'auprès de Moutiers.

La *deuxième* et la *troisième zone* ne présentent que des affleurements rares et peu étendus de *terrain primitif*, ne constituant pas de grands massifs saillants.

La *quatrième zone*, ou *zone du Mont-Rose*, est, au contraire, celle où le *terrain primitif* apparaît sur la plus grande largeur et forme les massifs saillants les plus étendus. Cependant, les schistes cristallins n'y ont été disloqués et façonnés en grands plis qu'après le dépôt des terrains secondaires (*triasiques* et *jurassiques*), qui sont partout sensiblement concordants avec le *terrain primitif*. Il en résulte que les massifs de cette zone ont une structure tout autre, et généralement bien plus simple que celle des massifs de la *première zone*.

Ainsi chacune de nos quatre zones a son histoire géologique spéciale. Dès la période de la houille, elles étaient aussi distinctes qu'elles le sont aujourd'hui; l'extension des divers terrains ou leurs variations de puissance et de faciès ont été, à toutes les époques, subordonnées à ces affleurements de *failles* qui marquent aujourd'hui, presque partout, les limites de ces quatre zones. Cette considération augmente énormément l'importance de ces grandes lignes de fracture : elle démontre que *ces failles remontent à une très haute antiquité, jusqu'au delà de la période houillère*, et qu'elles sont ainsi *antérieures même au plissement général des schistes cristallins primitifs*, dans la *première zone.*

Le grès *houiller inférieur* de la *troisième zone* s'étend depuis le

Briançonnais jusque dans le haut Valais, et atteint sa plus grande largeur entre Saint-Michel et Modane (18 kilomètres), avec une épaisseur d'au moins 2,000 mètres. Il a dû se former sous des eaux peu profondes et durant l'affaissement graduel d'une zone étroite, limitée par deux *failles*, peu éloignées des failles actuelles de Saint-Michel et de Modane. Ce terrain renferme des conglomérats grossiers, qui indiquent des terres accidentées, sur les bords du bassin, et peut-être un jeu parfois moins tranquille des failles.

Après le remplissage de ce vaste bassin, il y a eu un affaissement, à l'ouest, par suite duquel se sont formés les petits bassins *houillers supérieurs* de la Mure et des environs de Martigny, de Chamonix, de Moutiers, etc., dans les deux premières zones.

La *deuxième zone* comprend, en Tarantaise et en Valais, un développement local considérable du *Trias* avec le faciès de schistes lustrés qui caractérise l'étage supérieur de ce terrain dans la *quatrième zone;* il constitue particulièrement tout le puissant massif compris entre le col de la Seigne et le col du Petit-Saint-Bernard.

C'est encore à un enfoncement graduel entre deux failles que correspond ce développement local de l'étage supérieur du *Trias*, tandis qu'il est bien moins épais, à l'est, dans la troisième zone, et morcelé, souvent rudimentaire, à l'ouest, dans la première zone, où il manque en beaucoup d'endroits. Or, dans cette étroite fosse de la deuxième zone, où il a été formé, l'étage supérieur du *Trias*, en Tarantaise, comprend, avec les schistes lustrés, un grand développement de conglomérats, souvent très grossiers, à blocs à peine roulés, qui témoignent de dislocations violentes à certains moments, ou de falaises abruptes dominant les rivages.

Dans la partie méridionale de cette zone, au contraire, le *Trias* est moins épais et reprend une physionomie plus normale; mais à une époque beaucoup plus récente, il s'est produit, sur une partie de la largeur de la zone, un nouveau jeu de failles, qui a donné lieu à un golfe *nummulitique* long et très étroit, communiquant, vers le sud, avec la mer *nummulitique* des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes. Il s'est formé, dans ce golfe, une épaisseur énorme (1,500 mètres au moins) de dépôts, à la base desquels sont souvent des conglomérats grossiers, particulièrement le remarquable conglomérat des Aiguilles d'Arves, puis des grès et des calcaires à Nummulites, et une grande épaisseur de grès et de schistes argileux alternant ensemble. Ce terrain forme une bande étroite, dirigée du sud au nord, qui finit brusquement au pic du Cheval-Noir, près de Moutiers. Le golfe dans lequel il s'est formé devait être rigoureusement limité par des *failles*, orientées comme celles entre lesquelles les couches sont aujourd'hui refoulées et repliées sur elles-mêmes, sur un espace évidemment bien plus étroit.

Dans la quatrième zone, le terrain *houiller* manque, et les *schistes cristallins* anciens sont recouverts directement, sans discordance sensible, par le *Trias*, dont les étages inférieurs sont généralement peu développés : l'étage supérieur, au contraire, celui des *schistes lustrés*, acquiert, presque partout, une épaisseur extraordinaire. Ainsi cette zone, qui était à l'état de terre ferme, plate, pendant l'époque *houillère*, s'est affaissée inégalement pendant le commencement de la période *triasique*, puis graduellement, de plusieurs milliers de mètres, dans la plus grande partie de son étendue, pendant la fin de cette période. Le même mouvement se produisit dans la partie nord de la *deuxième zone*, en Tarantaise et en Valais, tandis que la *troisième zone* et la *première* ne recevaient que des sédiments moins épais, dans lesquels les dépôts gypseux ont une importance relative plus grande.

Le *Lias* et quelques représentants plus ou moins caractérisés d'autres étages jurassiques présentent aussi dans leur développement et leur structure des variations considérables, en rapport avec les diverses zones alpines; mais ces faits sont moins faciles à préciser, à cause des dénudations plus étendues que ces terrains ont éprouvées.

Reportons-nous maintenant vers la limite extérieure de la *première zone* alpine. Elle confine, de ce côté, à la *région des chaînes subalpines*, qui se caractérise nettement par le développement des étages jurassiques supérieurs et des étages crétacés, que nous n'avons eu à citer dans aucune de nos quatre zones de la *région alpine*.

Aux environs de Grenoble, la limite entre ces deux régions est marquée de la manière la plus nette par la grande vallée de l'Isère, ou vallée du Grésivaudan, qui a pour origine une grande *faille*, masquée par le creusement de la vallée, entre Grenoble et le confluent de l'Arc, mais devenant bien visible, un peu plus en amont, à Grésy, aux environs d'Albertville, et dans sa continuation vers le nord.

Il est à remarquer que c'est au bord même de cette *faille* que l'ensemble des étages jurassiques et crétacés propres à la zone subalpine (du *Kellowien* au *Sénonien supérieur*) présente la plus grande puissance et se termine par ces magnifiques escarpements calcaires qui contrastent si nettement avec les formes des montagnes alpines auxquels ils font face. Dans celles-ci, en effet, on ne rencontre que des étages plus anciens, qui n'affleurent que rarement dans la région subalpine ; et il est permis de croire que la limite si tranchée qui existe aujourd'hui entre ces deux ensembles ne peut pas être bien éloignée de marquer la position des rivages auxquels s'arrêtaient ces dépôts successifs, propres à la région subalpine, depuis le *Kellowien* jusqu'au *Sénonien* à Bélemnitelles. Or, dans cette série d'étages, épaisse de plus de 2,000 mètres, il y a des lacunes, il y a eu des interruptions considérables dans les sédiments; dans chacun de ces étages, on trouve des couches qui n'ont pu être formées que sous des eaux peu profondes; aucune trace de dérangements des couches inférieures, aucun caillou roulé, provenant des terrains de la région alpine. Ces circonstances supposent que, durant une longue suite d'époques géologiques, une grande *faille* s'est produite lentement, sans secousses violentes, suivant une direction qui ne pouvait pas être bien éloignée du tracé de la faille actuelle de la vallée de l'Isère; que le bord supérieur de cette faille, la région des chaînes alpines actuelles est restée, pendant tout ce temps, une terre basse, sans falaises notables, tandis que l'autre bord de la faille s'affaissait tranquillement, à mesure que les sédiments s'accumulaient, de manière que ceux-ci ne se formaient, généralement, qu'à de faibles profondeurs; que cet affaissement a eu, toutefois, de longues intermittences, correspondant à des lacunes dans la série des sédiments; et que le jeu tranquille de cette faille a continué, dans ces conditions, de manière à donner lieu à une dénivellation totale d'environ 2 000 mètres, depuis l'époque *kellowienne* jusqu'à celle de la *Craie* de *Meudon*.

Il me semble résulter de ces considérations, pareilles à celles que j'ai présentées tout à l'heure, à propos de divers terrains de la *région alpine*, des notions intéressantes sur le travail lent et tranquille des grandes *failles* et sur le rôle qu'elles ont joué comme *anciens rivages* dans les bassins géologiques des pays de montagnes.

La région des chaînes subalpines confine elle-même, dans nos environs, aux derniers prolongements des chaînes du Jura, dont elle n'est plus séparée, comme en Suisse, par une large dépression, ni même, comme à Chambéry, par une vallée, celle du lac du Bourget. Le vallon que nous avons suivi pour aller de Voreppe à Saint-Laurent du Pont est le dernier représentant de cette séparation entre le Jura et les chaînes subalpines, et ce vallon correspond à une grande *faille*, la *faille de Voreppe*, se continuant au nord jusqu'au delà de la limite du département. A l'ouest de cette faille, nous rencontrons le calcaire coralligène de l'Echaillon et même, un peu plus au nord, des représentants des derniers étages jurassiques, tels qu'ils sont dans le Jura, et du dépôt lacustre qui les a terminés; à l'est, au contraire, les couches dites *tithoniques*, l'assise du *ciment* de la Porte-de-France, ou *zone de Berrias*, et les marnes *infrà-néocomiennes*, série d'assises dont il n'existe aucune trace dans le Jura.

La délimitation de ces dépôts, si différents de part et d'autre et objets de tant de contestations, correspond donc encore à une ligne de fracture, dont la dernière manifestation, sous forme de *faille* est postérieure à la *Mollase*, mais qui remontait sans doute à une époque bien plus ancienne, et dont le jeu a eu son influence marquée, sur l'étendue et les caractères des différents sédiments qui ont été formés, dans ces parages, particulièrement pendant les époques de passage de la période jurassique à la période crétacée.

Ainsi :

Ancienneté très reculée de toutes les grandes lignes de fracture, dont on peut affirmer, au moins pour plusieurs, qu'elles sont antérieures à la période *houillère;*

Leur jeu tranquille, continu ou intermittent, se manifestant pendant une longue série de périodes géologiques, et déterminant les limites d'extension, les variations d'épaisseur et de caractères de divers terrains de sédiment;

Subordination des plissements, soit anciens, soit récents, dans leur direction, à ces grandes lignes de fracture, et dans leur étendue transversale, aux zones délimitées par elles;

Adaptation des terrains supérieurs, *flexibles*, par des affaisements et des glissements graduels, et par des *plissements* multipliés, aux nouvelles formes des terrains rigides sous-jacents, disloqués par des *failles;*

Tels sont, ce me semble, les conclusions qui se déduisent clairement de l'étude de cette partie des Alpes, et qui, j'en suis convaincu, trouveront leur application dans bien d'autres contrées et dans bien des questions relatives à l'origine et à la structure des montagnes.

Je demanderai la permission de reproduire ici quelques-uns des aperçus que je présentais, à ce sujet, dans la séance du 29 août 1878 du Congrès international de Géologie, réuni à Paris (1) :

« Ces plis du Jura ou de nos chaînes subalpines, dans lesquels ne » se trouve intéressé qu'un ensemble limité de terrains, tous con- » cordants, ne descendant pas plus bas que le *Trias*, me paraissent, » de tous points, comparables aux plis du *Trias* et du *Lias* dans nos » massifs de l'Oisans. Mais, sous ces derniers, à la faveur de pro- » fondes coupures transversales, nous pouvons voir un soubassement » formé de terrains anciens, qui n'ont point subi ces plissements, » qui ont été seulement fracturés par des *failles*, en conservant les

---

(1) *Comptes rendus sténographiques du Congrès international de Géologie en* 1878 ; Paris, 1880, p. 42.

» inclinaisons et les orientations qu'ils devaient à des mouvements » d'une autre époque. N'est-il point probable que nous trouverions » quelque chose d'analogue, si nous pouvions sonder ce qu'il y a » sous le Jura ou sous les chaînes crétacées de la région subalpine? »

Quelques rares affleurements, sur la limite occidentale du Jura, la Serre, près de Dôle et Chamagnieu, près Crémieu (Isère) attestent que nous trouverions la continuation des Vosges ou du Plateau Central, c'est-à-dire des massifs de terrains anciens, *faillés* ou anciennement plissés, mais dans lesquels il ne s'est pas produit de nouveaux plissements pendant les périodes secondaires et tertiaires.

Les plissements des terrains stratifiés du Jura ou des chaînes subalpines ne sont donc, en définitive, que des phénomènes que l'on pourrait appeler *superficiels*, limités à une certaine épaisseur de terrains stratifiés concordants entre eux. Le soubassement, formé de terrains anciens, déjà consolidés, comme en Oisans, n'a pas été affecté par ces plissements, relativement récents; mais il a été découpé par des *failles*, le plus souvent suivant des directions qui s'étaient déjà montrées dans ses dislocations plus anciennes. Les compartiments ainsi déterminés ont glissé et chevauché, les uns par rapport aux autres, en prenant des inclinaisons diverses. Dès lors, si l'on tient compte de la flexibilité et de la plasticité relatives des couches encore horizontales, de leur mobilité par glissement les unes sur les autres, faits qui sont si bien mis en évidence par l'étude de toutes les montagnes plissées, on peut se représenter un ensemble d'étages stratifiés, s'affaissant graduellement, sous son propre poids, et se modelant sur les inégalités de sa base disloquée.

Les résultats de ces actions ont pu être divers. Si les terrains horizontaux étaient peu épais, et composés principalement de bancs fragiles (tels que grès, oolithes, etc.), les *failles* du soubassement s'y seront continuées, et il en est résulté des districts *faillés*, avec peu ou point de plissements. Tels sont, par exemple, les bas plateaux du Jura français, depuis la Haute-Saône jusqu'à Crémieu et Morestel (Isère). Si au contraire les terrains horizontaux étaient très puissants, s'ils contenaient de grandes assises argileuses, éminemment plastiques, alternant avec des assises de calcaire à pâte fine, le tout sur des épaisseurs de mille, deux mille mètres ou plus, ils ont formé un ensemble peu fragile, où ne se sont propagées que les failles d'importance majeure ; et le glissement d'un pareil ensemble sur sa base disloquée et à inclinaisons variables a donné lieu à des pressions énormes, d'où sont résultés des *plissements*, toujours en rapport avec la puissance des terrains ainsi mis en mouvement et avec les pentes résultant des dénivellations de leur base. Il s'est produit alors des combinaisons de *failles* et de *plissements;* et toutes les fois qu'il s'y rencontre une faille d'importance majeure, quant à son étendue en direction et à la dénivellation qu'elle a déterminée, les plissements voisins lui sont essentiellement subordonnés. Là où les failles sont importantes et peu distantes les unes des autres, les plis synclinaux ou anticlinaux sont rarement réguliers et complets ; tel est le cas du massif de la Chartreuse, comme le montrent nos coupes de la pl. XVI. Lorsque les failles diminuent d'importance et laissent entre elles plus d'espace, les plis réguliers se développent largement ; c'est ce que nous voyons dans nos massifs de Lans, du Royans et du Vercors, entre l'Isère et la Drôme. Enfin, dans certains districts, les grandes failles tendent à disparaître, et l'orographie peut être résumée en plis synclinaux et anticlinaux : c'est le cas pour une grande partie du midi de la Drôme, avec des plis anticlinaux très largement ouverts ; c'est aussi, comme tout le monde le sait, le type classique du Jura Bernois ; mais je ne crois pas m'avancer trop, en disant que ce type, dans sa simplicité si régulière, est *exceptionnel* et ne me paraît pas susceptible d'être pris comme formule générale des théories orogéniques.

J'ai tenu, dans cet exposé, à rester autant que possible, dans le domaine des faits, sans les rattacher à aucune hypothèse systématique. Toute l'histoire des formations sédimentaires se résume en de vastes affaissements, qui l'ont toujours emporté, de beaucoup, sur les exhaussements et même les simples émersions : ces phénomènes ont amené la disproportion qui existe, aujourd'hui, entre le volume des mers et celui des saillies continentales, malgré la grande quantité d'eau qui a été fixée dans les couches du sol. Ce n'est donc pas sortir des données de l'observation que de poser en principe l'affaissement général et progressif de l'écorce terrestre.

Les mouvements de ses diverses parties ont été déterminés par une cause commune, qui n'est autre que la *pesanteur ;* mais les différences de structure et de cohésion ont occasionné des *fractures*, suivies d'*affaissements inégaux :* ce sont les accidents les plus généraux, dans les pays de plaines et de plateaux, aussi bien que dans les régions montagneuses ; ce sont les *failles.*

Les mêmes causes ont aussi donné lieu à des *glissements* très étendus, surtout dans les étages supérieurs de la croûte terrestre, et à des *pressions latérales*, des *refoulements*, sur certaines zones de terrains qui sont devenus les *montagnes plissées.*

Mais, comme nous l'avons vu par l'analyse ci-dessus de la structure des Alpes occidentales, *ces plis sont subordonnés à de grandes fractures* *initiales :* ils se sont produits à des époques déterminées, par des crises relativement assez rapides, tandis que nous avons vu les *failles* jouer lentement et d'une manière permanente, durant de longues périodes géologiques, et déterminer ainsi l'extension et les variations des différents terrains, par suite les surcharges qui ont rompu de nouveau l'équilibre et préparé ou amené de nouvelles crises de *plissement.* L'importance de celles-ci n'est pas, par là, diminuée, mais celle des *failles* s'en trouve notablement accrue.

Les idées que je viens de développer résultent trop naturellement de l'observation des faits pour que j'aie la prétention de les présenter comme nouvelles. Mais j'ai cru devoir les résumer, dans cette séance, parce que, dans le cours de nos explorations de cette semaine, les études sur le terrain m'avaient amené maintes fois à les appliquer et à en provoquer la discussion, qui, de la part de plusieurs de nos confrères, m'avait paru ne pas leur être défavorable.

Au sujet de cette communication de M. Lory, M. **Renevier** demande la parole et présente les observations suivantes :

M. Lory nous représente les *plis* comme un phénomène accessoire des *failles.* Je pense au contraire que ce sont deux phénomènes concomitants, résultant de la même cause, la contraction de l'écorce terrestre, produite par le refroidissement du globe. Dans les Alpes, et spécialement dans les Alpes latérales nord, le phénomène de plissement me paraît incontestablement le plus important des deux : les failles n'en sont, à mon sens, qu'un cas accessoire, plus ou moins accidentel.

Il faut soigneusement distinguer entre les failles longitudinales et les failles transversales. Les *failles longitudinales* sont généralement, dans nos Alpes, le résultat d'un plissement excessif : la tension était trop forte pour laisser subsister la continuité des couches; il y a eu dislocation sur une certaine longueur; une des lèvres est retombée, tandis que l'autre a pu être soulevée par un effet de torsion, à une hauteur plus ou moins grande. En suivant ces failles dans leur longueur, ou les voit souvent diminuer d'importance, et se résoudre en un plan anticlinal, comme on l'a reconnu récemment pour la faille du pays de Bray.

Les *failles transversales* sont, au contraire, le résultat d'une tension inégale ou d'un inégal plissement sur deux lignes parallèles; de là, rupture entre les deux, normalement aux plis. J'ai constaté plusieurs failles semblables, dans les Alpes Vaudoises, qui mettent parfois en contact, longitudinalement, une synclinale avec une anticlinale. On en a de magnifiques exemples dans la chaîne du Sentis. M. Hœrnes dans ses *Études sur les tremblements de terre* (1) signale une faille semblable aux environs de Belluno, qui coïncide avec la direction des secousses (*stosslinie*) du tremblement de terre du 29 juin 1873.

M. **Lory** répond qu'il ne rejette nullement l'idée théorique de la contraction intérieure du globe, résultant de son refroidissement. C'est une hypothèse à laquelle on a peut-être trop souvent eu recours pour expliquer différents phénomènes ; mais l'ensemble des faits indique un affaissement général des océans pendant la série des périodes géologiques, et c'est là le point capital. Les régions montagneuses sont des parties faibles de l'écorce terrestre : elles ont eu leurs mouvements propres, pendant que de grands compartiments s'affaissaient régulièrement et tranquillement : c'est ce qui fait que les diverses zones alpines ont des constitutions si différentes.

Mais il semble difficile d'admettre que, parce qu'un terrain a été plissé anciennement, il n'en est que plus apte à se plisser encore. C'est une idée que paraissent avoir soutenue plusieurs géologues, pour expliquer, uniquement par des plissements, les rapports des terrains secondaires avec les terrains anciens (*schistes cristallins*) dans les Alpes Bernoises, où ils se présentent dans les mêmes conditions qu'en Oisans. Les *schistes cristallins* sont aussi fortement redressés et comprimés dans les endroits où le *Lias* est resté horizontal que dans ceux où ce dernier est lui-même très incliné. Les plissements des schistes cristallins, tels qu'ils sont dans la *première zone alpine*, ont exigé des pressions latérales énormes, surtout quand ces pressions ont abouti à la formation de plusieurs plis anticlinaux juxtaposés, comme nous l'avons vu dans l'ensemble des massifs de Belledonne, des Grandes-Rousses et du Pelvoux. Les schistes cristallins ainsi plissés, rompus partiellement par ces plis si aigus, ensuite usés et rabotés sur leurs tranches, pendant la période *pénéenne* (et souvent aussi la période *triasique*) n'ont plus été capables de se prêter à de nouveaux plissements ; ils n'ont pu que se rompre par des *failles*, ou glisser les uns sur les autres, suivant leurs plans de stratification.

On ne doit pas oublier que l'écorce du globe est pesante, et que c'est sous l'action de la pesanteur, c'est-à-dire de forces *verticales*, qu'elle doit tendre à s'affaisser sur la masse intérieure, si celle-ci vient à diminuer de volume. L'écorce terrestre ne saurait être comparée à l'enveloppe d'un ballon de caoutchouc, qui, lorsque l'on vient à diminuer la pression intérieure, se plisse, par sa propre élasticité. Les forces *verticales* qui sollicitent l'écorce terrestre à s'adapter sur la masse interne ne peuvent déterminer des *plissements* que par suite des inégalités d'affaissement, de résistance et de flexibilité des diverses parties de l'écorce.

---

(1) R. Hœrnes, *Erdbeben-Studien* (*Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt*, vol. XXVIII, 1878).

Dans les pays de plaines, les *failles* sont souvent aussi nombreuses que dans les pays de montagnes, et ordinairement elles s'y sont produites *sans pli ;* elles ne sont donc point des conséquences du plissement, mais bien un fait beaucoup plus général.

Cela n'empêche nullement, bien entendu, qu'il se rencontre certaine *failles* d'un caractère spécial, résultant d'un *excès de ploiement*, comme celles dont a parlé M. Renevier, et dont les travaux classiques de Thurmann et de Gressly ont fait connaître, depuis longtemps, de nombreux exemples.

Au sujet des *fractures transversales*, M. **Lory** ajoute les observations suivantes :

Des fractures transversales à la direction des couches se rencontrent encore assez fréquemment, dans nos Alpes françaises, sous forme de *failles* proprement dites; mais elles sont surtout importantes sous la forme de grandes *coupures*, ou *cluses complexes*, que les eaux ont déblayées, et qui ne sont pas, pour cela, de simples vallées d'érosion. J'ai indiqué depuis longtemps, et surtout avec beaucoup de détails, dans une notice remontant à quelques années (1), que ces coupures transversales étaient assujetties à des directions déterminées, qui ne sont autres que celles des chaînes ou des *failles* longitudinales, dans quelque autre partie des Alpes; qu'elles correspondaient presque toujours à des changements de direction des chaînes ou à des rejets bien marqués des *failles* auxquelles ces chaînes elles-mêmes sont coordonnées. Ces rejets ou ces changements de direction n'ont pu avoir lieu sans des tensions locales exceptionnelles, et les déchirures transversales en ont été les conséquences nécessaires.

C'est ainsi que la grande coupure transversale de l'Isère, de Grenoble à l'Échaillon, correspond à une déviation des chaînes, passant de la direction N. 8° E., qu'elles ont dans les massifs de Lans et du Vercors, à la direction N. 25° E., caractéristique du massif de la Chartreuse. La différence des inclinaisons des diverses assises, d'un côté à l'autre de cette grande coupure (pl. XVI, fig. 1 et 2), nous a frappé et est une preuve bien évidente que ce n'est pas une simple vallée d'érosion. La direction est à peu près N.N.O., et il en est à peu près de même pour les autres grandes coupures analogues, depuis le bas Valais jusqu'à Grenoble et au Bourg-d'Oisans. Or cette direction, qu'Elie de Beaumont appelait le *système du Viso*, devient en effet la direction caractéristique des chaînes, des accidents longitudinaux, dans la région des Alpes maritimes.

---

(1) *Annuaire du Club Alpin français*, 1878; et *Essai sur l'orographie des Alpes occidentales*, Grenoble, in-8°, même année.

A côté de cette grande coupure, mais dans une direction toute autre, qui serait celle des traits longitudinaux du relief alpin dans le haut Valais, la Société pu apercevoir aussi la trace d'une *faille transversale* très curieuse, celle qui termine brusquement, à Parizet, la grande crête urgonienne du Veymont et de la Moucherolle (direction N. 8° E.), et qui donne lieu à une combinaison de dislocations locales, d'où résultent les formes insolites de la roche des Pucelles, près du village de Saint-Nizier, formée de calcaire *urgonien* redressé en lames verticales. Cette faille, dont le tracé peut être suivi facilement, du village de Seyssinet jusqu'au pied des roches des Pucelles et du Bec-d'Ane, déprime à 800 mètres en dessous de la dernière sommité de cette chaîne (le signal de Moucherolle, 1,906 m.) le plateau cultivé et boisé de Saint-Nizier, formé de *Mollasse* et de *Craie à silex*, dont les couches descendent en s'infléchissant régulièrement vers la vallée de Lans et vers celle de Grenoble, et contrastent ainsi par leurs allures avec les calcaires urgoniens, abrupts et fortement inclinés vers l'ouest, qui forment le bord supérieur de la faille.

Un autre exemple assez intéressant de *faille transversale* dont la direction est à peu près du N.E. au S.O., a été signalé par M. Alph. Favre, sur le plateau de l'Alpette, entre Chapareillan et Entremont-le-Vieux; les couches de la craie *sénonienne*, plissées en fond de bateau, dans la direction N.-N.-E., butent contre la tranche de la masse escarpée de calcaire *urgonien* qui forme la Dent de Granier. Cette petite faille n'a guère qu'un kilomètre de long, mais elle est tellement nette que M. Alph. Favre paraît la citer comme l'exemple le plus probant de ce genre de dislocation qu'il ait eu l'occasion d'étudier (1). Je n'ai pas besoin de dire que ce n'est qu'à titre de *faille transversale* qu'elle me paraît digne d'être mentionnée dans une région où les failles longitudinales sont les traits fondamentaux de la structure orographique.

M. **Hébert** fait remarquer que la discussion intéressante qui vient d'avoir lieu entre M. Renevier et M. Lory a fait connaître à la Société un grand nombre de faits nouveaux qu'elle ne pouvait apprendre que de géologues profondément familiarisés avec l'étude des

---

(1) Alph. Favre. *Recherches géologiques,* t. III, p. 517.

Alpes. Les désaccords qui semblent exister entre eux tiennent sans doute beaucoup aux différences de structure entre les Alpes suisses et les Alpes occidentales. Au point de vue de l'interprétation des faits, dans la région que la Société vient de visiter, M. Hébert se rallie aux idées de M. Lory; mais les vues théoriques générales exposées par M. Renevier sont conformes à celles qui étaient professées par Élie de Beaumont.

M. **Hébert** fait ensuite la communication suivante :

Sur la position des calcaires de l'Échaillon dans la série secondaire,

Par M. **Hébert**.

Depuis plus de quinze ans que j'ai commencé à m'occuper des calcaires de l'Échaillon et des couches plus anciennes ou plus récentes qui les avoisinent, j'ai cherché à approfondir cette délicate question, en l'étudiant sur place, non seulement dans le midi de la France, dans les Alpes et les Cévennes, mais dans presque tous les points de l'Europe où ces assises viennent se montrer. Mes anciennes conscluions (1), loin d'être ébranlées par ces investigations, ont été singulièrement fortifiées dans leur ensemble, sinon dans les détails ; je puis donc les formuler nettement.

Le calcaire de l'Échaillon, identique avec celui de Rougon (Basses-Alpes), du bois de Mounié (Cévennes), de Wimmis (Suisse), d'Inwald (Carpathes), etc., etc., a une faune qui le classe d'une manière absolue dans la division qu'on appelle le *Coral-rag* (étage corallien, d'Orb.), et dont les types classiques sont Chatel-Censoir, Tonnerre, Angoulins, et dans le Jura, Valfin, Oyonnax et bien d'autres localités ; dans l'Allemagne du Sud, Nattheim et Keilheim représentent cette faune.

Partout où le *substratum* est visible, il est constitué par les couches à *Ammonites tenuilobatus* et *A. Achilles*, qui par conséquent doivent être considérées comme la partie la plus supérieure de l'*étage oxfordien.*

Dans le midi de la France, à l'Échaillon comme à Rougon, c'est la division néocomienne appelée *Valanginien* qui recouvre immédiatement le calcaire de l'Échaillon.

---

(1) Plusieurs fois exprimées dans notre Bulletin et notamment, 3e série, t. II, p. 148 à 163, 1874.

Dans le Jura méridional, ce sont les couches dites ptérocériennes, de même que dans l'Aquitaine, le Corallien d'Angoulins est compris entre les calcaires à *Ammonites Achilles* de la Rochelle et les couches ptérocériennes de Chatelaillon.

Il n'est donc pas possible d'avoir la moindre incertitude sur la place du calcaire de l'Échaillon. Il est antérieur à l'*étage kimméridien* de d'Orbigny (1).

La seule chose qui n'ait point été démontrée d'une manière positive, c'est sa position par rapport au *calcaire à Astartes*. On peut discuter sur ce détail : quant à moi, considérant le calcaire à Astartes comme intimement uni au *Ptérocérien* et faisant partie intégrante du grand étage kimméridien, ma conviction est qu'il est postérieur au calcaire de l'Échaillon.

Dans tous les cas, il manque, dans le midi de la France (Alpes, Provence et Cévennes), les assises ptérocériennes, virguliennes, portlandiennes et purbeckiennes; cela me paraît absolument démontré.

D'autre part, à peu de distance de l'Échaillon, à Grenoble, il existe, entre le calcaire à *Ammonites tenuilobatus* et le Valanginien, une série d'assises qui ont été groupées ainsi de bas en haut.

1° Calcaires à *Ammonites transitorius* et *Terebratula janitor*, et calcaire lithographique d'Aizy;

2° Couches de Berrias;

3° Marnes à *Belemnites latus.*

Chacune de ces divisions possède une faune fort riche, qui permet d'en constater la présence, non seulement dans le midi de la France, mais aussi à l'étranger et dans les mêmes contrées où nous avons constaté l'existence du calcaire de l'Échaillon.

Nous possédons à la Sorbonne de magnifiques collections recueillies par nos élèves, par nos amis et par nous-même, du calcaire à *Diceras Lucii* de toutes les parties de l'Europe, et des trois divisions que nous venons d'indiquer.

Il est facile de voir immédiatement qu'il n'y a rien de commun entre la faune de l'Échaillon et la faune des calcaires à *Ammonites transitorius*, bien que dans chaque région, à peu de distance d'un lambeau de terrain appartenant à l'une des deux faunes, on rencontre presque toujours un lambeau de terrain appartenant à l'autre.

Ainsi, de l'extrémité des Cévennes aux Carpathes, on a une série de témoins, à faune riche et identique, prouvant l'ancienne existence d'un dépôt continu, effectué par une mer qui nourrissait les mêmes animaux dans toute cette étendue ; ces animaux, c'étaient les *Ammonites transitorius*, *senex*, *Liebigi* et cent autres.

---

(1) C'est M. Lory (Bull., 2e série, t. XXIX, 1871, p. 80) qui a dissipé les doutes qui avaient été jetés sur l'âge du calcaire de l'Échaillon.

Parallèlement à cette série de témoins, s'en présente une autre où ce sont toujours les *Diceras Lucii*, *Terebratula moravica*, etc., que l'on rencontre, à l'exclusion des précédents.

De ce que ces deux séries, si étrangères l'une à l'autre, reposent souvent sur le même *substratum* (les couches à *A. tenuilobatus*), serait-il permis de les considérer comme contemporaines ? Ce serait le renversement des lois de la paléontologie. Je ne m'arrêterai donc pas à discuter cette hypothèse.

Chacune de ces séries représente une époque distincte, pendant laquelle la faune marine s'est développée seule et sans mélange (1), avec l'autre.

J'ai dit que les deux séries reposent souvent sur le même *substratum*, mais cela est loin d'être général.

En Italie, dans l'Apennin central, les calcaires, dits tithoniques, à *Amm. transitorius* reposent sur l'Oolithe inférieure, ou sur le Lias supérieur, d'après M. Zittel ou M. Canavari (2).

Il est recouvert par le Néocomien, duquel il est souvent difficile de le séparer (3).

En Suisse, M. Moesch a démontré par des coupes fort nettes (4) que les couches à *Amm. senex*, *Lorioli*, *Richteri*, *Terebratula diphya*, *Bouei*, *carpathica*, reposent sur les calcaires coralliens à *Diceras Lucii*, *Terebratula moravica*, etc.

Il semble que la question devrait être définitivement résolue (5), puisque les calcaires à *Ammonites transitorius* reposent tantôt sur le Corallien à *Diceras Lucii*, tantôt sur l'Oxfordien à *Amm. tenuilobatus*, tantôt sur l'Oolithe inférieure ou Bajocien, tantôt enfin sur le Lias, ils sont : 1° complètement indépendant de la série jurassique ; 2° postérieurs à l'étage corallien de l'Échaillon.

---

(1) Jusqu'ici on n'a pas cité de fossiles communs entre les deux faunes, mais on en a assez fréquemment cité de communs entre la faune des couches à *A. tenuilobatus* et celle des couches à *A transitorius*. Toutes les fois que j'ai pu aller vérifier ces assertions sur place, j'ai reconnu, ou bien que le gisement était plus que douteux, ou bien qu'il y avait erreur de détermination. Néanmoins, je ne verrais aucune impossibilité à un retour d'espèces, et je l'admettrai *quand on me l'aura démontré*.

(2) Zittel, p. 103, 109, etc., 1869. — Canavari, Bull. del R. Com. Geol. d'Italia; 1880, p. 54, 57 et 254.

(3) M. Zaccagna, Bull. Com. Geol. Italia, p. 240, réunit en effet le Tithonique au Néocomien. L'ensemble repose sur le Lias.

(Note ajoutée pendant l'impression).

(4) *Bull.*, 3e série, t. II, p. 148 à 163; 1874.

(5) M. Stutz, plus récemment (1882), vient de publier une nouvelle coupe montrant la même superposition.

(Note ajoutée pendant l'impression).

Il y a donc, à la Porte-de-France, une lacune incontestable. L'absence du calcaire de l'Échaillon prouve que rien ne s'est déposé à Grenoble pendant tout le temps qu'a duré le dépôt de cette puissante assise.

Voyons maintenant quels rapports il y a entre les calcaires à *Ammonites transitorius* et les assises qui les recouvrent.

Au point de vue paléontologique, il n'est nié par personne qu'il n'y ait bon nombre d'espèces communes entre la faune qui accompagne l'*Amm. transitorius* et celle des calcaires de Berrias, de même qu'entre celle-ci et les calcaires marneux véritablement néocomiens.

Au point de vue paléontologique, les trois assises qui, à Grenoble, séparent la zone à *A. tenuilobatus* du Valanginien, doivent donc être groupées ensemble à la base du terrain crétacé, et être complètement détachées de la série jurassique.

La stratigraphie conduit à la même conclusion ; car si le calcaire à *Amm. transitorius* recouvre transgressivement toute la série jurassique, il est, au contraire, toujours suivi en concordance et en liaison intime par les couches de Berrias et les marnes néocomiennes. Si quelquefois Berrias paraît manquer, c'est que sa fusion est complète avec les couches limites inférieures et supérieures.

Toutes ces conclusions me paraissent établies sur des faits nombreux et précis.

Reste l'explication de la disposition actuelle de ces divers groupes de couches. Ceci est une donnée un peu plus théorique, et que je soumets aux discussions, ou au contrôle des observateurs.

Je m'inclinerai volontiers devant toute autre explication plus satisfaisante, qui ne modifierait pas les résultats positifs tirés de la stratigraphie et de la paléontologie.

J'admets que des mouvements du sol et des érosions (1), ont déterminé une partie des discontinuités qui séparent aujourd'hui les lambeaux du calcaire de l'Échaillon, de Rougon, etc. Le sol a été émergé dans le Midi, pendant toute la période du dépôt jurassique supérieur du Nord, du Kimméridien au Purbeck compris, et a constitué un bassin dont le fond était formé, en France, par les calcaires à *Amm. tenuilobatus*, et dont les bords, plus ou moins relevés, l'étaient par le calcaire de l'Échaillon ; mais en Suisse, le fond était quelquefois formé par le calcaire à *Diceras Lucii* lui-même.

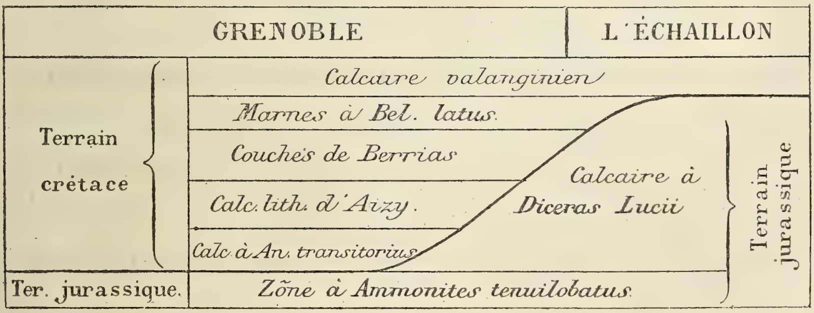
---

(1) Ces dénudations ont laissé des preuves nombreuses : Il existe souvent, à la base des couches à *Amm. transitorius,* des brèches et de véritables conglomérats. J'en ai signalé plusieurs exemples. Voici une coupe, prise au Luc-en-Diois (Drôme), au lieu dit la Clape-de-Luc, par M. Garnier, qui est très intéressante sous ce rapport :

8° Marnes néocomiennes;
7° Calcaires marneux de Berrias;
6° Petits bancs de poudingues;
5° Calcaires blancs ou bruns avec *Ammonites ptychoïcus, A. Malbosi, A. calisto?* d'Orb . . . . 5 à 6m.

Pendant que la période crétacée commençait dans le nord de l'Europe par la sédimentation des puissants dépôts wealdiens, sables et argiles, apportés par d'énormes courants d'eau douce, la mer, par suite d'un affaissement général des contrées méridionales de l'Europe, rentrait au sud, apportant à l'est des Cévennes, au sud du Plateau Central, du Jura, des Vosges et de toute la chaîne hercynienne, des sédiments qui ont successivement comblé le fond des dépressions, au pied des coteaux coralliens, dont ils ont pu quelquefois (Aizy et Lemenc) remanier des fragments.

Ces sédiments, ce sont les assises de Grenoble qui manquent à l'Échaillon, ce sont les calcaires à *A. transitorius*, les calc. lithographiques d'Aizy, les couches de Berrias, les marnes à *A. latus*. Ce n'est qu'après le dépôt de ces dernières, que la mer crétacée a recouvert, à l'Échaillon et à Rougon, les collines coralliennnes qui formaient ses rivages, ainsi que l'indique le diagramme ci-joint.



Suite de la note 1, *p.* 686.

4° Calcaires très fossilifères ; poudingues à la base. . . . 3 à 4 m.
Amm. ptychoïcus, A. Liebigi, Terebratula janitor, T. Euthymi, Cidaris glandifera.
3° Alternances de calcaires blancs et en rognons avec des poudingues, sans fossiles, au moins. . . . . 30 m.
2° Gros bancs bréchiformes, au moins . . . . 30 m.
1° Calcaire à *Ammonites polyplocus.*

(Valence, 12 février 1878.)

Mais lorsque les dénudations avaient enlevé la partie supérieure des couches coralliennes, les sédiments crétacés débordaient plus tôt. C'est ainsi que dans les Cévennes, auprès de Saint-Hippolyte-du-Fort, ce sont les couches de Berrias qui recouvrent le Corallien inférieur.

De là, à la base de la série crétacée, il existe une lacune variable, de sorte que le tableau suivant pourra représenter les véritables relations qui existent entre les couches dont il a été question ci-dessus, dans les principales contrées de l'Europe (1).

ANGLETERRE ET HANOVRE		JURA	ALPES
Terrain crétacé.	Calcaire à Spatangues et Valanginien.		
	Argiles du Weald. Sables de Hasting.	Manquent.	Marnes à *Bel. latus.* Couches de Berrias. Calcaire à *Amm. transitorius.*
Terrain jurassique.	Calc. de Purbeck. Calc. portlandien. Kimmeridge-clay. Ptérocérien et calc. à Astartes	? Portlandien. Virgulien. Ptérocérien et Astartien	Manquent.
	Coral-rag.	Corallien.	Calc. à *Diceras Lucii.*

M. **Jannettaz** appelle de nouveau l'attention sur les faits qu'il a signalés au commencement de cette discussion (V. p. 649). Ils lui paraissent décisifs pour démontrer que les plissements ont été accompagnés de très fortes pressions, et que ces actions mécaniques ont pu déterminer, dans les roches, une structure complètement cristalline.

M. **Lory** fait remarquer qu'il suffit de jeter les yeux sur un profil représentant un ensemble de plis alternativement synclinaux et anticlinaux, pour comprendre qu'ils n'ont pas pu avoir lieu sans des *glissements* assez étendus des couches les unes sur les autres. Aux sommets de courbure, il y a eu *compression* ou *tension maxima;* de là des modifications physiques, comme celles qui sont signalées par M. Jannettaz. Au contraire, vers les points d'inflexion, où le sens de la courbure change, il y a eu *glissement maximum* des couches les unes sur les autres, et la quantité de ce déplacement est déterminée par la différence de longueur des arcs concentriques du profil. De quelque manière que le pli ait été formé, il a dû exiger le même travail mécanique et les modifications de structure dans la roche ont dû être les mêmes ; il ne semble donc pas qu'on puisse rien en conclure, quant au mécanisme du plissement. Il ne faut pas oublier que notre *Lias* des Alpes occidentales avait des épaisseurs de 1,500 ou 2,000 mètres, et que c'est ainsi par plusieurs centaines d'atmosphères qu'il faut évaluer les pressions résultant seulement du poids de ce terrain en mouvement.

---

(1) On remarquera que, en ce qui concerne les couches en discussion, ce tableau est d'accord avec celui que M. Lory a publié en 1869 (Geol. Mag., t. VI, p. 252).

M. Gosselet fait observer que l'on peut très bien concilier les faits allégués par M. Jannettaz avec les idées de M. Lory. M. Jannettaz pense à une *force latérale* qui pousse les deux bords d'un bassin l'un vers l'autre ; mais les mêmes effets peuvent résulter des mouvements supposés par M. Lory.

Que l'on considère un ensemble de couches argileuses ou argilo-calcaires posées horizontalement sur les tranches des schistes cristallins, à peu près verticaux. Si ces schistes viennent à glisser les uns sur les autres, ceux de la partie médiane restant immobiles et les autres glissant de plus en plus, de part et d'autre, les couches horizontales qui reposaient sur leurs tranches ainsi déplacées se courberont en forme de voûte, de *pli anticlinal*, et il y aura *distension* au sommet de cette voûte. Si, au contraire, les deux bords sont supposés immobiles, et que le glissement aille en croissant des deux côtés jusqu'à la partie médiane, le dépôt supérieur s'affaissera en forme de gouttière, de *pli synclinal*, et il y aura *compression* au point le plus bas de la courbure. Si ces mouvements se sont produits dans des ensembles de couches très épais, ils ont dû, en effet, donner lieu à des pressions ou à des tensions énormes, et par conséquent aux modifications physiques qui peuvent en résulter.

M. Gosselet fait ensuite la communication suivante :

Dès le début de cette session, je signalais des analogies de structure entre l'Ardenne et les Alpes. Parmi les nombreux faits de dislocation que j'ai trouvés semblables dans ces deux pays, il en est un sur lequel je désire insister, parce que les explications données par M. Lory me paraissent avoir laissé quelque doute dans les esprits.

M. Lory nous a fait remarquer qu'autour du Bourg-d'Oisans, le

Lias est en couches horizontales sur les plateaux et qu'il est fortement plissé dans les vallées. Il repose en stratification discordante sur les tranches des micaschistes. M. Lory admet que ceux-ci, ayant été relevés après le dépôt des terrains primaires, n'ont pu subir de plissements ultérieurs, mais qu'ils ont éprouvé des *failles* et des *glissements*. Les parties correspondantes aux vallées actuelles se sont affaissées, les couches du *Lias* superposées ont glissé dans la dépression et s'y sont plissées. Celles qui étaient superposées aux micaschistes restés en place et formant plateau ont suivi la partie qui descendait dans la vallée et ont dû ainsi *traîner* à la surface des micaschistes. Ce *traînage* des couches horizontales sur la surface des plateaux a paru, à plusieurs membres de la Société, difficilement admissible, et moi-même j'en doute un peu.

D'un autre côté, j'ai observé une disposition analogue dans l'Ardenne, au contact des terrains *dévonien* et *silurien*. Sur le plateau, les couches dévoniennes reposent en stratification horizontale ou peu inclinée, sur les tranches des schistes siluriens ; sur les pentes, au contraire, elles sont en couches plus inclinées, quelquefois renversées. Voici l'explication que j'en ai donnée :

Fig. 13.

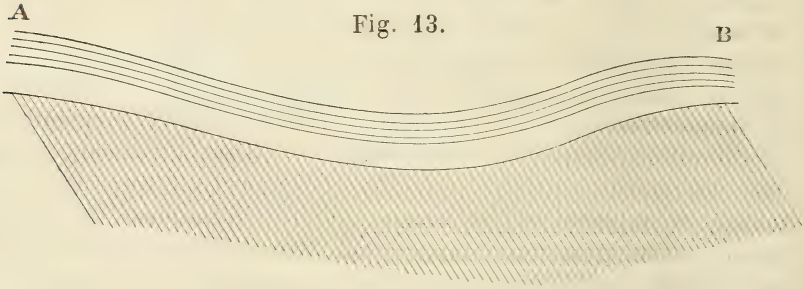
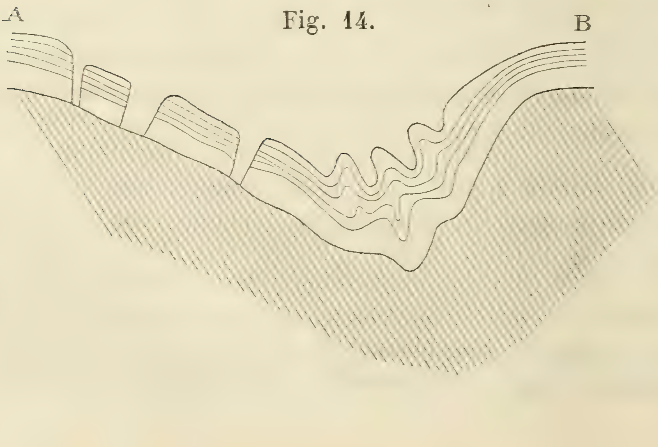


Fig. 14.



Les bancs inférieurs glissent les uns sur les autres, dans la direction des feuillets des schistes, et en restant toujours parallèles à eux-mêmes. Dans ce glissement, les couches du centre se laminent et s'amincissent, de sorte que les deux points A et B, qu'on peut supposer restés à leur hauteur primitive, sont rapprochés l'un de l'autre. Les couches du terrain supérieur restent horizontales sur les plateaux et y conservent la même position par rapport aux couches sous-jacentes ; sur les pentes, elles peuvent glisser et se rompre en lambeaux plus ou moins distants ; dans le fond, elles se plissent et se gonflent. Ce sont les couches supérieures, celles qui ont le moins de place qui éprouvent aussi les plissements les plus considérables.

Au sujet de cette communication de M. Gosselet, M. **Lory** présente les observations suivantes :

Je suis doublement satisfait de la communication que vient de faire M. Gosselet, d'abord parce qu'elle démontre que les principes, d'après lesquels je crois pouvoir expliquer la structure de notre *première zone alpine*, sont susceptibles d'être appliqués à des régions d'une constitution bien différente ; et ensuite, parce qu'elle appelle de ma part un complément d'explication sur un point qui a laissé quelques doutes à plusieurs de nos confrères.

L'explication que donne M. Gosselet des faits qu'il a observés dans l'Ardenne et les figures dont il l'accompagne indiquent évidemment des conditions tout autres que celles des Alpes. Elles supposent, dans les schistes *siluriens*, une *plasticité*, une *malléabilité* dont les schistes cristallins de nos Alpes ne sont pas susceptibles. Les figures tracées par M. Gosselet indiquent, du reste, que, dans ces localités de l'Ardenne, les faits se sont produits sous des pressions bien moindres que celles qui résultaient de l'énorme épaisseur de nos terrains secondaires des Alpes. Je ne serais même nullement étonné que des faits tout pareils fussent en voie de se produire actuellement, par suite d'un ramollissement déterminé par des infiltrations aqueuses, dans certaines assises des schistes argileux. Malgré les différences résultant de ces conditions, autres que celles de nos Alpes, le glissement du terrain supérieur, à mesure que sa base s'effondrait, a donné des résultats qui ressemblent beaucoup, en petit, à ce que la Société a vu dans l'Oisans, et je n'hésite nullement à invoquer, à l'appui de mes idées, les observations faites par notre savant confrère dans une région qu'il a élucidée par de si remarquables travaux.

M. Gosselet, en répondant, tout à l'heure, aux observations de M. Jannettaz, a pris soin lui-même de montrer comment, d'après les principes que je posais en 1873 (1), les *plissements* du *Lias* ont pu résulter de *glissements* inégaux des schistes cristallins, antérieurement redressés et devenus rigides. C'est ainsi que j'avais expliqué, en 1875, la structure de la vallée de Chamonix (2) et tous les profils dont j'ai accompagné les comptes-rendus de nos excursions dans l'Oisans mettent ces faits en évidence dans les conditions les plus variées.

Reste l'objection dont parlait à l'instant M. Gosselet, la difficulté de concevoir le *traînage* des terrains secondaires horizontaux, sur la surface des anciens plateaux, pour venir s'adapter, par des plis multipliés, aux dépressions résultant des dislocations de leur base. Cette question, étudiée sur place, ne m'a jamais paru embarrassante.

Les dislocations des terrains anciens ayant eu lieu par des fractures, des *failles*, de même orientation (ou à peu près) que celle de leurs couches précédemment redressées, il s'en est suivi nécessairement une grande mobilité des feuillets des schistes cristallins, ainsi hachés et découpés, les uns par rapport aux autres. Pressés sous l'énorme poids des terrains supérieurs, ces schistes ont glissé, non seulement suivant les fractures de premier ordre, les grandes failles, mais encore suivant les fentes coordonnées à ces fractures principales, et surtout suivant leurs plans de stratification, qui avaient à peu près la même orientation.

Ainsi, entre deux affaissements déterminant deux de nos vallées alpines actuelles, ou deux bandes de *Lias* incliné et plissé, par exemple celles des deux versants de la chaîne de Belledonne ou de la chaîne du Brévent, les schistes cristallins, au cours même de ces dislocations, n'ont pas gardé la forme *tabulaire* d'un *plateau;* ils ont glissé les uns sur les autres, sur les deux côtés, et ce n'est qu'exceptionnellement que certains points de la partie médiane sont restés, *relativement*, en repos, et ont eu la chance de conserver ainsi de rares *témoins* des terrains secondaires horizontaux, couronnant leurs cimes. (Exemples : sommet de Chanrousse, 2,253^{m}, à l'est-sud-est de Grenoble, et sommet le plus élevé des Aiguilles Rouges, 2,958^{m}, près Chamonix.)

La forme de toit à double pente de nos massifs actuels, n'est pas un résultat de l'érosion séculaire ; elle s'est produite, des deux côtés de chacun d'eux, par glissement des schistes cristallins, les uns sur les autres, suivant leurs plans de stratification, ou par de petites failles échelonnées, quand les roches étaient à peu près massives, comme sur le flanc occidental du massif des Rousses (fig. 10, p. 662); et ces minimes placages de *Lias*, conservés encore à différents niveaux sur les gradins de leurs versants, affirment manifestement le mécanisme de la formation de ce relief, et la très faible part des érosions ultérieures dans la configuration actuelle.

---

(1) *Bull.*, 3^{e} sér., t. I, p. 400-403.

(2) *Bull.*, 3 sér., t. III, p. 785-786.

Voilà pour le *soubassement :* il n'a pas gardé la forme de *plateaux* entre des vallées résultant d'affaissements; dès l'époque des dislocations *post-liasiques*, son relief a reçu, lui-même, sa configuration en massifs à double pente, et par conséquent les terrains secondaires n'ont pu laisser, sur les hauteurs, que de rares et minimes témoins de leur extension générale; ils sont entrés en mouvement partout ailleurs, pour suivre les nouvelles pentes de leur soubassement.

A la rencontre des failles, des dénivellations plus ou moins brusques, le *décollement* des terrains secondaires ne s'est pas fait nécessairement suivant leur surface de séparation d'avec le sol ancien : il s'est fait au contraire, de préférence, suivant des couches argileuses constituant des *surfaces de glissement facile.*

Lorsque le *Trias* existe, le glissement s'est opéré généralement suivant les couches gypseuses, et il a pu en résulter des discordances apparentes entre les assises supérieures au gypse et les grès inférieurs, comme cela se voit à Allevard.

Quand le Trias manque, comme c'est le cas le plus fréquent en Oisans, il arrive souvent que le *Lias* commence par des bancs gréseux ou bréchiformes, et des calcaires magnésiens compacts, intimement moulés et comme *cramponnés* sur les roches primitives. Nous en avons vu plusieurs exemples, ci-dessus, dans notre excursion en Oisans (journées des 9 et 10 septembre), et c'est un fait décrit avec détail, depuis longtemps, dans le mémoire de M. Dausse sur la structure des Grandes-Rousses (1). Alors ce n'est pas suivant ces couches inférieures que le décollement s'est opéré; elles sont restées accrochées par lambeaux, sur les gradins étagés des massifs saillants, comme le montre notre coupe (fig. 10, p. 662). Le glissement a eu lieu suivant quelqu'une des assises plus argileuses qui leur étaient superposées; et il arrive ainsi que ce sont souvent des couches assez élevées dans la série du *Lias* que l'on voit, sur les flancs de nos vallées alpines, en contact immédiat avec les schistes primitifs et semblant même, parfois, concordants avec eux. Mais, comme je le disais en 1875, pour la rive droite de la vallée de Chamonix, cette concordance apparente n'est que l'effet d'un contact anormal et accidentel : la roche sous-jacente ne représente alors nullement le

(1) *Mém. de la Soc. Géol.*, 1^{re} série, t. II, 1837.

(2) *Bull.*, 3^e série, t. III, p. 785.

fond sur lequel s'est déposée la couche qui lui est appliquée, pas plus que leur parallélisme local et accidentel (résultant de l'*adaptation par glissement*), ne prouve que les terrains anciens n'ont été redressés qu'après le dépôt du terrain secondaire.

Tous ces faits rentrent dans l'ordre de ceux qui m'ont conduit, à expliquer, en 1864, l'anomalie de Petit-Cœur (1), par des chevauchements résultant de glissements de ce genre, sans faire appel à aucun de ces replis *théoriques* que l'on avait précédemment supposés et dont l'inspection attentive des terrains ne montrait aucune trace.

J'ose espérer, qu'après ces éclaircissements, l'objection que M. Gosselet a formulée au nom de quelques-uns de nos confrères, ne conservera plus de valeur sérieuse et que les faits observés par la Société dans son excursion en Oisans pourront être invoqués à l'appui des idées que je lui ai soumises. Je suis convaincu que ces idées peuvent recevoir des applications dans bien d'autres régions, où l'on peut distinguer, de même, des dislocations de diverses époques. Je les crois particulièrement applicables à la stratigraphie de presque tous les bassins houillers. Lorsque j'avais formulé ces idées dans la Réunion du Congrès international de Géologie, à Paris, en 1878, M. Dupont m'écrivit qu'elles lui paraissaient se vérifier pleinement pour les terrains anciens de la Belgique. M. Gosselet vient de nous en signaler des confirmations remarquables dans l'Ardenne. Je ne crois pas pouvoir mieux terminer cette dernière communication qu'en exprimant le vœu d'une prochaine Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans cette Ardenne, dont notre savant confrère a si bien débrouillé la structure et où il a conquis tant de droits incontestables à nous servir de guide.

M. **Hébert**, au nom de la Société géologique, remercie M. Lory d'avoir bien voulu guider ses confrères dans une région aussi intéressante que celle des Alpes françaises. Il rappelle que M. Lory est arrivé, par ses belles et savantes recherches, à débrouiller d'une façon magistrale le chaos de la géologie de cette région, si compliquée et si méconnue jusqu'à lui.

M. **Lory**, reprenant place au fauteuil, prononce l'allocution suivante :

Messieurs et honorés confrères,

S'il est une récompense que j'aie particulièrement ambitionnée, depuis trente-deux ans que je me suis dévoué à l'étude des Alpes, c'est la satisfaction qui m'a été donnée, durant cette semaine, de servir de guide à la Société géologique et de le lui soumettre, sur place, les résultats d'observations longuement poursuivies. Rien ne pouvait m'être plus précieux que le témoignage qui vient de m'être rendu par l'un de nos maîtres les plus aimés et les plus autorisés de la Géologie française.

---

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXII, p. 48.

Mais vous me permettrez de rappeler aussi, de mon côté, les noms de quelques-uns des géologues qui, depuis quarante ans, ont contribué tout particulièrement aux progrès de nos connaissances dans cette région.

Dans notre première séance, je vous ai parlé de la première Réunion de la Société géologique à Grenoble, en 1840, qui fut dirigée par mon éminent prédécesseur Émile Gueymard. Nous avons eu l'occasion de voir, dans notre course en Oisans, avec quelle sûreté de jugement il avait apprécié des questions difficiles, alors que la haute influence d'Élie de Beaumont tendait à faire prévaloir des idées absolument contraires.

Les connaissances paléontologiques qui ont préparé l'étude précise de nos terrains des chaînes subalpines sont dues surtout, dans le département de l'Isère, à la sagacité persévérante d'Albin Gras.

A la stratigraphie des environs de Chambéry, à la découverte des fossiles de la *Craie blanche* dans le massif de la Chartreuse, se rattachent les noms de l'abbé Chamousset, de l'abbé Vallet, et de notre sympathique vice-président M. Louis Pillet.

L'existence du *Trias*, affirmée, en premier lieu, par Fournet, en ce qui concerne les grès d'Allevard et autres, assimilables au *grès bigarré*, est devenue incontestable, depuis la découverte de l'*Infrà-lias* dans le nord de la Savoie, par M. Alphonse Favre.

La rencontre de Nummulites en Maurienne, par M. Pillet, la découverte de l'*Infrà-lias*, dans le même pays, par l'abbé Vallet, ont été des données capitales pour la solution définitive de la grande question des *grès à anthracite*.

Sans le concours de ces deux excellents collaborateurs, je n'aurais pas osé entreprendre de débrouiller la structure si compliquée de la Maurienne et de la Tarantaise ; ce sont de ces pays en présence desquels il est difficile qu'un géologue seul, quel qu'il soit, se sente suffisamment sûr de ses propres aperçus. La mort prématurée de l'abbé Vallet a été une perte bien regrettable pour la science, comme pour ses nombreux amis.

Dans ces dernières années, les recherches persévérantes de M. Pillet ont fait connaître la stratigraphie et les faunes si intéressantes des divers niveaux de la colline de Lémenc. M. Huguenin a exploré, avec non moins de succès, les diverses assises de Crussol, et les remarquables séries de fossiles qu'il y a recueillies ont donné lieu aux importants travaux paléontologiques commencés par MM. Dumortier et Fontannes et continués par M. Fontannes seul.

M. Jaubert, M. Garnier et M. l'abbé Soulier, ont placé sous vos yeux de belles et nombreuses séries de fossiles de divers étages jurassiques et crétacés, qui doivent servir de base à des recherches importantes sur la stratigraphie, encore un peu obscure, de plusieurs parties des Hautes-Alpes et de la Drôme.

Enfin les travaux de M. Fontannes ont jeté un jour nouveau sur la partie supérieure de la série tertiaire dans le bassin du Rhône, et par conséquent sur les caractères et les époques des derniers mouvements qui ont donné lieu au relief des Alpes occidentales.

Tels sont, messieurs et chers confrères, quelques-uns des progrès que vous êtes venus constater, dans ce beau champ d'études des Alpes françaises, où la Société géologique a tenu déjà un certain nombre de Réunions et ne manquera pas d'en avoir encore d'autres. Celle-ci même a appelé votre attention sur des questions nouvelles qui vous y ramèneront nécessairement. Permettez-moi d'exprimer le vœu que ce soit bientôt, et de conserver l'espoir que je puisse, une fois encore, vous y servir de guide.

Un grand nombre d'entre vous, messieurs et chers confrères, étant obligés de s'éloigner pour les diverses réunions scientifiques auxquelles ils ont promis de se rendre, nous ne pourrons plus tenir d'autres séances ; et sauf la belle excursion aux mines d'Allevard, que vous avez fixée à demain lundi, je déclare close la présente Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Grenoble.

Résumé de la *Course du lundi*, 12 *septembre* 1881

par M. **Lory**.

La Société Géologique ne pouvait pas quitter les Alpes du Dauphiné, sans se rendre à la gracieuse invitation que la Compagnie du Creusot lui avait faite de visiter ses importantes mines de fer spathique du canton d'Allevard.

Conformément au programme arrêté dans la première séance de la Réunion, et bien que réduite à environ une trentaine de membres, à cause des diverses réunions scientifiques, et particulièrement du Congrès géologique international de Bologne, où un grand nombre de nos confrères avaient projeté de se rendre, la Société est partie de Grenoble, en chemin de fer, le lundi 12, à 6 heures et demie du matin, et s'est arrêtée à la station du Cheylas, d'où elle s'est dirigée vers le premier plan incliné du chemin de fer d'exploitation, gracieusement mis à sa disposition. MM. Cluzel, directeur, Tibon, ingénieur, et Dubois, chef comptable de l'exploitation des mines de la Compagnie du Creusot, avaient bien voulu se charger de recevoir la Société et de l'accompagner dans cette excursion.

Chemin faisant, M. Lory a fait remarquer à la Société l'aspect de la belle terrasse d'*alluvions anciennes* qui règne sur la rive droite de l'Isère, en s'élevant à près de 200 mètres au-dessus du thalweg actuel, et s'étendant sans discontinuité sur 10 kilomètres de long, de Chapareillan au Touvet. Ces *alluvions anciennes*, sableuses et caillouteuses, sont nettement stratifiées, et renferment même, entre Chapareillan et Barraux, une intercalation de couches d'argiles fines, bleuâtres, employées comme terres à briques, et dans lesquelles s'est rencontré un petit dépôt assez étendu de *bois fossiles*. Les cailloux roulés de ces alluvions appartiennent à des roches des hautes vallées savoisiennes, surtout de la Maurienne; on y trouve, particulièrement, beaucoup de galets de *quartzites triasiques* et des *grès houillers inférieurs* des environs de Modane. La vallée de Grésivaudan était, très probablement, occupée par un lac, où ces alluvions de l'Isère savoisienne ont formé un delta incliné, comme celui que le Rhône forme aujourd'hui dans le lac Léman. Le dépôt paraît s'être prolongé, à une certaine époque, jusqu'au village de Saint-Nazaire, à 17 kilomètres en aval du Touvet; car le monticule, isolé dans la vallée, sur lequel est situé ce village est formé, dans toute sa partie inférieure, de lits de sables et de graviers, où l'on trouve encore beaucoup de *quartzites triasiques*, qui ne peuvent venir que de la Maurienne ou de la Tarantaise.

Ces *alluvions anciennes* sont *antè-glaciaires*, antérieures à l'envahissement, par les glaciers alpins, de cette profonde vallée, si rapprochée pourtant des grandes Alpes, et dominée, sur sa rive gauche, par la chaîne de Belledonne, qui conserve encore des glaciers notables. Cette grande terrasse d'alluvions ne contient ni cailloux striés, ni blocs erratiques ; mais elle a été recouverte par un placage épais de boue glaciaire ; et les blocs alpins, d'origine savoisienne, ont été déposés par les glaciers quaternaires, sur les plateaux calcaires de la rive droite, jusqu'à plus de 600 mètres au-dessus du niveau de cette terrasse.

Sur la rive gauche de l'Isère, les *alluvions antè-glaciaires* ont été généralement enlevées par l'érosion ; il n'en reste que quelques rares témoins sur les coteaux, et un seul dans le fond de la vallée, au village de la Pierre, près Tencin.

Le premier plan incliné du chemin de fer industriel, partant du Cheylas, est donc déjà établi sur la roche en place, sur le *Lias*, dont les couches plongent uniformément sous la vallée. Mais sur la voie qui succède à ce plan incliné, jusqu'à Saint-Pierre d'Allevard, on voit le Lias redevenir à peu près horizontal, puis plonger et enfin se relever de nouveau vers les Alpes, décrivant ainsi, dans l'ensemble, un pli anticlinal et un pli synclinal.

Par les autres plans inclinés qui se succèdent au-dessus de Saint-Pierre d'Allevard, la Société a été transportée jusqu'à l'entrée de la Tailla, à l'altitude de 1112 mètres. Elle a visité les travaux extérieurs et la galerie d'accès, qui traverse, d'abord, un revêtement superficiel de terrains remaniés, puis les dolomies et les grès du *Trias*, et n'atteint les schistes qu'à environ 350 mètres de son entrée. Les dolomies sont inclinées d'environ 30° et en partie transformées en roche caverneuse (*cargneule*) par la dissolution partielle du carbonate de magnésie. Au-dessous, viennent des grès tendres, d'un rouge lie de vin, plus ou moins argileux; puis les grès durs, *bigarrés*, presque purement siliceux, semblables à ceux que l'on voit à Allevard, près des forges, au lieu dit le *Bout-du-Monde*. Ces grès durs, inférieurs, sont plus fortement redressés que les dolomies; mais il ne faut pas voir dans ce fait l'indice d'une discordance : la différence d'inclinaison, qui s'observe de même à Allevard, résulte de l'écrasement de l'assise tendre intermédiaire et du glissement qui a eu lieu suivant cette assise.

Un premier filon de *fer spathique* à grandes facettes, dit *maillat*, se rencontre dans les dolomies; mais le filon principal, qui est de minerai à petites facettes, dit *rives*, est encaissé dans les schistes cristallins.

Ces minerais (abstraction faite de la gangue, qui est quartzeuse), contiennent, en moyenne, environ 3,5 0/0 de carbonate de manganèse; les *rives* sont, en général, un peu plus riches en fer que les *maillats*, la proportion de carbonate de magnésie étant, en moyenne, de 8 0/0 environ, dans les premiers, et de 11 0/0 dans les seconds. En raison de cette composition, les *rives* étaient d'un traitement plus facile par les anciens procédés, et par suite, recherchés particulièrement pour la fabrication de l'acier dit de Rives (Isère), d'où est venu leur nom. De plus, on rencontre souvent, surtout dans les parties voisines du jour, des portions de filons où le minerai a été altéré par les infiltrations aqueuses de la surface, qui ont fait passer le fer et le manganèse à l'état d'oxydes hydratés et ont dissous le carbonate de magnésie. Ces minerais altérés, dits *mines douces*, étaient particulièrement recherchés par les anciens.

Les filons de minerais *rives* sont, pour la plupart, peu éloignés de de la direction nord-sud, et se rencontrent seulement dans les schistes cristallins (*schistes chloriteux* et *talcschistes* ou *schistes à séricite*); les filons de *maillats* se rapprochent plus généralement de la direction est-ouest, et passent souvent dans les grès et mêmes les dolomies du *Trias*, ce qui tend à leur faire assigner un âge moins ancien.

MM. les Ingénieurs de l'exploitation ont mis la plus grande obligeance à diriger cette visite de la Société à la mine de la Tailla et à donner les détails les plus intéressants sur les allures du filon et ses différences de composition aux divers étages de l'exploitation. D'autre part, M. Küss, ingénieur des Mines à Grenoble, a bien voulu rédiger, pour le compte-rendu de cette excursion de la Société, la notice suivante, qui donnera un aperçu des plus précis sur les conditions de ce gisement et sur l'ensemble des filons de fer spathique du canton d'Allevard.

Note sur les **filons de fer spathique** du **canton d'Allevard**

par M. **Henri Küss.**

La Compagnie du Creusot exploite, à la Tailla, deux filons principaux. La grande galerie de roulage qui y donne accès (galerie Sainte-Madeleine, altitude : 1,112 m.) traverse d'abord 140 mètres environ de terrains remaniés, puis une égale épaisseur de calcaire dolomitique dit *berlan;* à 278 mètres du jour, elle recoupe un premier filon de minerai de fer spathique, dit *filon-maillat*, puis elle entre dans les grès triasiques, les traverse sur une soixantaine de mètres et pénètre dans les schistes cristallins anciens, où elle rencontre, à 420 mètres du jour, un deuxième filon de minerai de fer spathique, dit *filon-rives :* c'est dans ce dernier filon que les travaux ont le plus grand développement. Comme le *filon-maillat*, il a une puissance très variable, atteignant fréquemment 6 ou 8 mètres; il est divisé par un grand nombre de failles qui y produisent des rejets, parfois importants ; par suite de ces rejets, la direction moyenne du filon diffère beaucoup de sa direction vraie, c'est-à-dire de celle des segments compris entre deux failles consécutives. Celle-ci est sensiblement nord 30° ouest à sud 30° est. Le *filon-rives* a une inclinaison de 75 à 80° vers l'E.N.E., tandis que le *filon-maillat* plonge dans le même sens, sous un angle de 60° seulement. Presque toutes les failles sont dirigées nord 60° ouest, et plongent vers le S.S.E.; tantôt elles sont simplement remplies de matières broyées, tantôt elles forment de véritables filons croiseurs, dont le remplissage est ordinairement du fer spathique à grandes lamelles (*maillat*), exceptionnellement du fer spathique à petites lamelles (*rives*).

Dans la mine voisine de Croix-Reculet, exploitée également par la Compagnie du Creusot, le *filon-rives* principal est dirigé est-ouest et plonge de 80° vers le nord. Il est coupé par des croiseurs *maillats* qui ont à peu près la direction des filons principaux de Sainte-Madeleine, et par des failles plus récentes dont la direction est la même que celle des failles de la Tailla.

Bien que le nombre des croisements connus ne suffise pas encore à établir une classification certaine des filons par ordre d'âge, il semble que l'on puisse admettre dès maintenant la succession suivante :

1° Formation du filon-*rives* de la Tailla, dirigé nord 30° ouest à sud 30° est et du filon-*rives* de la Croix-Reculet, dirigé E.-O. ;

2° Formation du filon-*maillat* de la Taillat et des croiseurs *maillats* de la Croix-Reculet, parallèles en direction au filon-*rives* de la Taillat ;

3° Formation de failles dirigées nord 60° est à sud 60° ouest et remplissage de quelques-unes de ces failles par du minerai de fer.

Le remplissage de tous les filons d'Allevard consiste en minerai de fer spathique à grandes lamelles (*maillat*) ou à petites lamelles (*rives*), avec gangue formée essentiellement de quartz blanc laiteux ou cristallisé, accessoirement de dolomie et de carbonates multiples de fer, manganèse, chaux et magnésie. La *pyrite de fer*, la *pyrite de cuivre*, parfois la *blende*, se rencontrent surtout au voisinage des failles, parfois aussi en mouches disséminées dans le minerai. Fréquemment, surtout lorsque les filons sont très puissants, des fragments détachés du toit sont intercalés dans le remplissage; on constate d'ailleurs que les filons ont généralement une salbande assez nette au mur, tandis qu'au toit ils se divisent en ramifications nombreuses. Près des affleurements, et aussi dans quelques régions à l'intérieur, le minerai de fer est ordinairement *hématisé*.

Les filons d'Allevard, ou du moins quelques-uns d'entre eux, sont à coup sûr postérieurs au *Trias* : le *filon-maillat* est sur une partie de son parcours intercalé entre les grès triasiques et le *berlan* : plus loin il est encaissé dans les schistes cristallins. Ils ne paraissent pas pénétrer dans les calcaires schisteux du Lias.

Suite de la Course du 12 septembre.

Vers midi, la Société est arrivée à la maison de la Tailla, en suivant le revêtement de *Trias* qui continue tout le long du flanc de la montagne, pour aller passer aux forges d'Allevard et se continuer jusqu'à Aiguebelle (Savoie). D'autre part, un lambeau très étendu de ce même *Trias*, réduit aux grès de son étage inférieur, s'étend en un recouvrement presque horizontal, sur le faîte du même chaînon, entre Theys et la Ferrière ; à son point culminant (Grand-Rocher, signal, 1930 m.), on voit très nettement la superposition discordante de ces grès du *Trias* sur les tranches des schistes cristallins (1).

A la maison de la Tailla, une merveilleuse réception avait été préparée à la Société : un splendide déjeuner lui a été offert par la Compagnie du Creusot. La table avait été dressée dans une clairière entourée de sapins séculaires, à quelques pas d'un belvédère naturel, d'où le regard pouvait embrasser les cimes de la Chartreuse et des Bauges, et s'étendre, par la grande coupure transversale de Chambéry, jusqu'au lac du Bourget. La musique des mineurs de la Compagnie avait voulu, elle aussi, fêter la venue de la Société Géologique, et pendant la durée du repas, elle fit entendre les morceaux les plus harmonieux de son répertoire.

Le président s'est fait l'organe de tous ses confrères en remerciant M. le Directeur et MM. les Ingénieurs de l'exploitation, et en les priant de transmettre à M. Schneider et à la Compagnie du Creusot les sentiments de gratitude de la Société, pour cette réception aussi gracieuse que magnifique, qui laissera de profonds souvenirs à tous les membres de la Réunion.

Ensuite la Société est redescendue à Saint-Pierre d'Allevard, où elle a examiné avec un vif intérêt une belle collection d'échantillons recueillis dans les exploitations de la Tailla et de la Croix-Reculet.

Après avoir pris congé de M. le directeur Cluzel et de ses collaborateurs, en les remerciant encore de leur si obligeant accueil, les membres de la Société se sont définitivement séparés, la plupart retournant à Grenoble, les autres se dirigeant sur Allevard, tous emportant de cette journée et de celles qui l'avaient précédée des impressions aussi agréables que fructueuses.

---

(1) Lory, *Descr. géol. du Dauphiné*, § 47.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

Pages

Douvillé. — Présentation d'une note de M. Davidson 6

Terquem. — Présentation du 3ᵉ fascicule de la faune de la plage de Dunkerque. 6

Daubrée. — Présentation de l'ouvrage de MM. Falsan et Chantre sur les anciens glaciers du Rhône. 7

Daubrée. — Présentation d'un travail de M. de Tchihatchef intitulé : *Espagne, Algérie et Tunisie* 8

Chaper. — Présentation de son ouvrage intitulé : *Note sur la région diamantifère de l'Afrique Centrale* 8

Dollfus. — Présentation de l'ouvrage de M. Mourlon intitulé : *Géologie de la Belgique*. 9

Daubrée. — Présentation de la Carte géologique d'Espagne de M. de Botella. 12

Gaudry. — Lecture d'une lettre de M. l'abbé Pouech 15

Gaudry. — Présentation d'un ouvrage de M. D. Pantanelli sur les Radiolaires des jaspes de la Toscane. 16

Gaudry. — Lecture d'une lettre de M. de Saporta sur les Goniolina . 17

Gaudry. — Note sur un reptile très perfectionné du terrain permien. 17

J. Marcou. — Sur les Colonies dans les roches taconiques des bords du lac Champlain. 18

De Cossigny. — Sur l'origine des silex de la Craie 47

Potier. — Sur un prétendu gisement palæothérien de L'Escarène (Alpes-Maritimes). 58

Lory. — Sur le terrain crétacé supérieur de l'Isère. 58

Hébert. — Sur le terrain crétacé des Pyrénées (2ᵉ partie) 62

L. Carez. — Quelques mots sur le terrain crétacé du Nord de l'Espagne 73

Pages

E. Roche. — Sur les fossiles du terrain permien d'Autun (Saône-et-Loire) 78

A. Gaudry. — Nouveau reptile d'Autun 83

L. Vaillant. — Remarques sur les dépôts marins de la période actuelle au point de vue du synchronisme des couches. 83

L'abbé Pouech. — Sur un ossement fossile supposé appartenir à un mammifère, trouvé dans les grès crétacés du Mas d'Azil (Ariège) 88

De Mercey. — Observation à sa note sur la classification du Crétacé supérieur 91

G. F. Dollfus. — Notes géologiques sur un nouveau chemin de fer de Beaumont-sur-Oise à Hermes. 92

Cotteau. — Présentation du *Catalogue des Echinides jurassiques de Normandie*. 107

Cotteau. — La section de Géologie au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Reims 107

Barrois. — Réponse aux observations de M. Meugy. 110

G. F. Dollfus. — Essai sur la détermination de l'âge du soulèvement du pays de Bray. 112

Delaire. — Présentation du budget 153

Gourdon. — Notes minéralogiques sur les Pyrénées. 156

Lebesconte. — Note sur la faille de Pontpéan. 157

Stuart-Menteath. — Note préliminaire sur la géologie des Pyrénées, de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd 158

De Lapparent. — Observations sur la communication précédente. . 160

De Saporta. — Sur le cours de botanique fossile fait au Muséum d'histoire naturelle par M. B. Renault. 160

Alb. Gaudry. — Sur les nouveaux fossiles que M. Lemoine a découverts près de Reims. 168

O'Reilly. — Sur les directions des failles. 169

De la Harpe. — Sur l'importance de la loge centrale chez les Nummulites 171

Tournouer. — Observations sur la communication précédente . . . 176

Munier-Chalmas. — Observations sur la communication de M. de la Harpe. 178

Ed. Hébert. — Le terrain pénéen de la Rhune et l'étage corallien des Pyrénées. 179

Stuart-Menteath. — Observations sur la communication précédente 181

Michel-Lévy. — Sur les schistes micacés de Saint-Léon (Allier) . . 181

Ed. Jannettaz. — Mémoire sur les connexions de la propagation de la chaleur avec les différents clivages et avec les mouvements du sol qui les ont produits. 196

De Boury. — Les tufs quaternaires de Seraincourt (Seine-et-Oise) . 211

Pages
D. Œhlert. — Présentation d'un Mémoire sur les fossiles dévoniens de l'Ouest de la France 213
E. Rivière. — Gisement pliocène de Castel d'Appio 214
E. Rivière. — Hypérostoses des poissons des grottes quaternaires de Menton 214
Cotteau. — Note sur les Echinides des terrains tertiaires de Belgique 214
Œhlert. — Les fossiles des calcaires de Montjean-Chalonnes (Maine-et-Loire) 219
Gaudry. — Sur quelques vertébrés dessinés par M. Lemoine 220
Parran. — Note sur une source minérale trouvée dans les houillères de Gagnières (Gard) 221
Davidson. — Présentation d'une note sur les lamelles de jonction des spires internes dans un certain nombre de Brachiopodes des terrains anciens de l'Angleterre 222
Dagincourt. — Sur la géologie des environs de Saint-Amand (Cher). 223
Ameghino. — Sur le Quaternaire de Chelles 242
Vasseur. — Observations sur la communication précédente 257
Wohlgemuth. — Contact du Bathonien et du Callovien sur le bord oriental du bassin de Paris 258
De Grossouvre. — Sur le métamorphisme des calcaires jurassiques au voisinage des gisements sidérolithiques 277
Pommerol. — Age des tufs bitumineux et basaltiques de la Limagne. 282
Douvillé. — Observations sur la communication précédente 285
Bureau. — Prémices de la flore éocène du Bois-Gouet (Loire-Inférieure 286
Vasseur. — Observations sur la communication précédente 293
Dollfus. — Présentation du second volume de la géologie de Belgique par M. Mourlon 293
Van den Brœck. — Sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels 295
De Lapparent. — Compte rendu d'excursions géologiques dans l'Eifel par M. Firket 298
Daubrée. — Présentation d'une note sur les matériaux provenant de quelques forts vitrifiés de la France 298
Filhol. — Ossements fossiles de la caverne de Lherm 298
Rolland. — Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional 299
Courbebaisse. — Projet de pont sur la Manche 299
A. Gaudry. — Sur un poisson du Permien d'Igornay 299
De Saporta. — Aperçu géologique du terroir d'Aix en Provence . . 300
De Saporta et Marion. — L'évolution du règne végétal. — Les Cryptogames (*Note par M. de Saporta*) 300
Porumbaru. — Etude géologique des environs de Craiova 303
Stuart-Menteath. — Note sur la géologie des Pyrénées, de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd 304

Pages

R. Bréon. — Note sur les formations volcaniques de l'Islande . . . 334

De Morgan. — Présentation d'un Mémoire sur les terrains crétacés de la Scandinavie 342

De Lapparent. — Allocution présidentielle 343

Lemoine. — Faune éocène des environs de Reims 345

Morière. — Plaquette de la Grande Oolithe, avec Apiocrinus . . . 346

Rey-Lescure. — Note sur la géologie de l'Espagne 346

L. Carez. — Observations sur quelques points de la géologie de l'Espagne à propos de la carte de M. de Botella 357

Pillet. — Carte géologique articulée de la Savoie 359

Pillet. — Sur les couches à Aptychus de Lemenc 361

Fontannes. — Observations sur la communication précédente . . . 369

Gaudry et Ameghino. — Antiquité de l'homme dans la Plata . . . 370

Gosselet. — Dévonien supérieur des environs d'Avesne et de Chimay. 371

Fontannes. — Présentation d'ouvrages 371

Guillier. — Note sur les lingules du grès armoricain de la Sarthe . . 372

De Laubrière. — Description d'espèces nouvelles du bassin de Paris. 377

Villot. — Gisement aptien de poissons fossiles dans la Vaucluse . . 384

Toucas. — Note sur la Craie supérieure des environs de Sougraigne (Aude) 385

Rolland. — Grandes dunes de sable du Sahara 388

De Raincourt. — Sur le terrain éocène du bassin de Paris 389

Douvillé. — Sur la position du calcaire de Montabuzard 392

Ch. Vélain. — Notes géologiques sur la Haute-Guyane, d'après les explorations du docteur Crevaux 396

H. Arnaud. — Synchronisme du Turonien dans le Sud-Ouest et dans le Midi de la France 417

Peron. — Note sur le 7e fascicule des Echinides d'Algérie 436

Fontannes. — Terrains des environs de Bollène 438

G. Fabre. — Grès à lignites de Dellys 439

Munier-Chalmas. — Présentation d'ouvrages 439

Douvillé. — Sur le Jurassique moyen du bassin de Paris 441

Ch. Vélain. — Géologie de la Chine 474

Caraven-Cachin. — De l'ancienneté de l'*Elephas primigenius* dans le Tarn 475

G. Dollfus. — De la Dolomie dans les sables moyens 480

L. Carez. — Réponse à M. Dollfus 483

Tardy. — Sur le dernier Diluvium quaternaire 486

Parran. — Géologie de la Russie méridionale 496

J. Lambert. — Sur les sables oligocènes des environs d'Etampes . . 496

L. Carez. — Observations sur la communication précédente 502

Munier-Chalmas. — Présentation d'ouvrages 503

De Lacvivier. — Terrains primaires du Morbihan 503

Rolland. — Terrain crétacé du Sahara septentrional 508

De Sarran d'Allard. — Oxfordien, Corallien et Néocomien des Cévennes 552

Pages
Daubrée. — Caractères géométriques des diaclases dans les Alpes Suisses 559
Réunion extraordinaire a Grenoble. 573
Gosselet. — Allocution 577
Lory. — Allocution 578
De Rouville. — Présentation d'ouvrages. 581
Lory. — Compte rendu de l'excursion à la Porte de France et au plateau de la Bastille 582
Benoit, Renevier, Hollande, Jaubert Potier, Pillet, Hébert. — Observations 594
Lory. — Compte rendu de l'excursion de Grenoble à la Grande-Chartreuse 595
Hébert. — Observations sur la communication précédente. 608
Lory. — Compte rendu de l'excursion de Grenoble à Sassenage et à l'Echaillon 610
Pillet, Didelot, Renevier, Leenhardt, Toucas, Hébert. — Observations 619
Lory. — Compte rendu de l'excursion de Grenoble à Vizille et au Bourg-d'Oisans. 620
Gosselet, Jannettaz, Lory, Renevier. — Observations. 628-630
Fontannes. — Présentation d'ouvrages. 631
Lory. — Compte rendu de l'excursion des 9 et 10 septembre, de Bourg-d'Oisans à la Grave et retour. 632
Jannettaz. — Sur le clivage ardoisier du Lias. 649
Renevier. — Observations sur la communication précédente. 650
Lory. — Idem 651
Lory. — Sur les schistes cristallins des Alpes occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région. 652
Renevier, Lory, Hébert. — Observations 679-682
Hébert. — Sur la position des calcaires de l'Echaillon dans la série secondaire 683
Jannettaz, Lory, Gosselet. — Observations. 688-689
Hébert. — Félicitations à M. Lory 694
Lory. — Allocution. 696
Lory. — Compte rendu de l'excursion du lundi 12 septembre aux mines d'Allevard 696
Henri Kuss. — Note sur les filons de fer spathique du canton d'Allevard 699

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE
DES MATIÈRES ET DES AUTEURS
POUR LE NEUVIÈME VOLUME
(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1880-1881

A

Aix. Aperçu géologique du terroir d'— en Provence, par M. de Saporta, 300.

Afrique. Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe par M. Chaper, 8.

Algérie. Espagne, —, et Tunisie, par M. de Tchihatchef, 8. = Sur les Echinides d'—, par M. Péron, 436.

Allevard. Compte rendu de l'excursion aux mines d'—, par M. Lory, 696; = Sur les filons de fer spathique d'—, par M. Kuss, 699.

Allocution présidentielle par M. de Lapparent, 343.

Allocution, par M. Lory, 578, 696.

Alpes-Occidentales. Sur les schistes cristallins des — et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région, par M Lory, 652.

Ameghino. Le Quaternaire de Chelles, par —, 242. = Antiquité de l'homme dans la Plata par M. —, 370.

Apiocrinus. Plaquette de la Grande Oolithe avec —, par M. Morière, 326.

Aptien. Gisement de poissons dans l'— de Vaucluse, par M. Villot, 384.

Arnaud. Synchronisme du Turonien du Sud-Ouest et du Midi de la France, 417.

Autun. Sur les fossiles du terrain permien d'—, par M. Roche, 78.

Avesnes. Sur le terrain dévonien d'—, par M. Gosselet, 371.

B

Barrois. Réponse aux obs. de M. Meugy, p. 110.

Bassin de Paris. Sur l'Eocène du —, par de Raincourt, 389.

Bathonien. Sur le — du bord oriental du bassin de Paris, par M. Wohlgemuth, 258.

Belgique. Géologie de la —, par Mourlon, 9, 293. = Sur les Echinides des terrains tertiaires de la —, par M. Cotteau, 214.

Benoit. Observations par M. —, 594.

Bois-Gouët. Flore éocène de —, par M. Bureau, 286.

Bollène. Terrains des environs de —, par M. Fontannes, 438.

BOTELLA (de). Carte géologique de l'Espagne, 12.
Bourg-d'Oisans. Excursion au —, par M. Lory, 620. = Excursion du — à la Grave, par M. Lory, 632.
BOURY (de). Les tufs quaternaires de Seraincourt (S.-et-O), 211.
BRÉON. Note sur les formations volcaniques de l'Islande, 334.
Budget. Présentation du —, par M. Delaire, 253.
BUREAU. Prémices de la flore éocène de Bois-Gouët, par M. —, 286.

C

Callovien. Sur le —, du bord oriental du bassin de Paris, par M. Wohlgemuth, 258.
CARAVEN-CACHIN. Sur l'ancienneté de l'*Elephas primigenius* dans le Tarn, 475.
CAREZ. Sur le terrain crétacé du nord de l'Espagne, 73. = Observations, 357. = Réponse à M. Dollfus, 483.= Observations, 502.
Castel d'Affrio. Gisement pliocène de —, par M. Rivière, 214.
Cévennes. Oxfordien, Corallien et Néocomien des Cévennes, par M. de Sarran d'Allard, 552.
Champlain. Note sur les colonies du terrain taconique du lac —, par M. Marcou, 18.
CHANTRE. Les anciens glaciers du Rhône, 7.
CHAPER. Note sur la région diamantifère de l'Afrique Australe, 8.
Chelles. Sur le Quaternaire de —, par M. Ameghino, 242.
Chimay. Sur le terr. dévonien de —, par M. Gosselet, 371.
Corallien. Sur le — des Cévennes, par M. de Sarran d'Allard, 552. Sur le — des Pyrénées, par M. Hébert, 179.
Chine. Géologie de la —, par M. Vélain, 474.
COSSIGNY (de). Origine des silex de la Craie par M. —, 47.
COTTEAU. Note sur les Echinides des terrains tertiaires de Belgique, par M. —, 214. = Congrès pour l'avancement des sciences de Reims, 107.
COURBEBAISSE. Projet de pont sur la Manche, 299.
Craie. Sur l'origine des silex de la —, par M. de Cossigny, 47.
Craiova. Etude géologique des env. de —, par M. Porombaru, 303.
CREVAUX. Géologie de la Haute-Guyane par M. —, 396.

D

DAGINCOURT. Géologie de Saint-Amand, 223.
DAUBRÉE. Matériaux provenant de forts vitrifiés, 298. = Caractères généraux des diaclases dans les Alpes suisses, 559.
DAVIDSON. — Présentation d'ouvrage 222.
DELAIRE. Présentation du budget, 153.
Dellys. Grès à lignites de —, par M. Fabre, 439.
Diamantifére. Note sur la région — de l'Afrique Australe, par M. Chaper, 8.
Dévonien. Mémoires sur les fossiles — de l'Ouest de la France par M. Œhlert, 213.
Diaclases. Caractères généraux des — dans les Alpes suisses, 559.
DIDELOT. Observations par M. —, 619,
DOLLFUS. Présentation d'ouvrages, 9, 293. = Notes géologiques sur le chemin de fer de Beaumont à Hermes, 92. = Sur l'âge du soulèvement du pays de Bray, 112. = De la dolomie dans les sables moyens. 480.
DOUVILLÉ. Sur le Jurassique moyen du bassin de Paris, 441. = Présentation d'une note de M. Davidson, 6, 222. = Sur la position des calcaires de Montabuzard, 392. = Observations, 285.
Dunkerque. Note sur la faune de la plage de —, par M. Terquem, 6.

E

Échînides. Sur les — d'Algérie par M. Peron, 236. = Sur les — des terrains tertiaires de Belgique par M. Cotteau, 214.
Eifel. Excursion géol. dans l'— par M. Firket, 298.
Éocène. Sur la flore — de Bois-Gouët par M. Bureau, 286. = Sur la faune — des environs de Reims, par M. Lemoine, 345. = Sur l'— du bassin de Paris, par M. de Raincourt. 389.
Echaillon. Excursion à l'—, par M. Lory, 610. = Sur la position des calcaires de l'—, par M. Hébert, 683.
Espagne. —, Algérie et Tunisie, par M. de Tchihatchef, 8. = Carte géologique de l'—, par M. de Botella, 12. = Sur le terrain crétacé du nord de —, par M. Carez, 73. = Sur la géologie de l'—, par M. Rey Leseure. = Observations sur l'—, par M. Carez, 357.
Etampes. Sur les sables oligocènes d'—, par M. Lambert, 496.

F

Fabre. Grès à lignites de Dellys, par M. —, 439.
Faille. Note sur la — de Pontpéan, par M. Lebesconte. = Sur les directions des —, par M. O'Reilly, p. 169.
Falsan. Les anciens glaciers du Rhône, par M. —, p. 7.
Filhol. Ossements fossiles de la caverne de Lherm, 299.
Firket. Excursion géologique dans l'Eifel par M. — 298.
Fontannes. Terrains des environs de Bollène, 438. = Présentation d'ouvrages, 631. = Observations, 369.

G

Gagnières (Gard). Sur une source minérale trouvée à —, par M. Parran, 221.
Gaudry. Lettre de l'abbé Pouech à M. —, 15. = Présentation d'ouvrages, 16. = Lettre de M. de Saporta à M. —, 17. = Note sur un reptile du Permien, par M. —, 17. = Nouveau reptile d'Autun, 83. = Sur des fossiles de M. Lemoine, 168, 220. = Sur un poisson du Permien d'Igornay, 299. = Antiquité de l'homme dans la Plata, 370.
Glaciers. — Sur les anciens — du Rhône par MM. Falsan et Chantre, 7.
Goniolina. Lettre de M. de Saporta sur les —, 17.
Gosselet. Sur le Dévonien supérieur d'Avesnes et de Chimay, 371. = Allocution, 577. = Observations, 628, 630, 689.
Gourdon. Notes minéralogiques sur les Pyrénées, 156.
Grande-Chartreuse. Excursion à la —, par M. Lory, 595.
Grave (*La*). Excursion au Bourg-d'Oisans et à —, par M. Lory,
Grenoble. Réunion extraordinaire de —, 573.
Grès armoricain. Note sur les lingules du — de la Sarthe, par M. Guillier, 372.
Grossouvre (de). Métamorphisme des calcaires jurassiques au voisinage des gisements sidérolithiques, 277.
Guipuzcoa. Note sur la géologie du —, par M. Stuart-Menteath, 158, 304.
Guillier. Sur les lingules des grès armoricains de la Sarthe, 372.
Guyane. Géologie de la Haute-Guyane, par MM. Vélain et Crevaux, 396.

H

Harpe (de la). Sur l'importance de la loge centrale des nummulites, par M. —, 171.
Hébert. Sur le terrain pénéen de la Rhune et l'étage corallien des Pyrénées, par M. —, 179. = Sur le

terrain crétacé des Pyrénées, 62. — Observations, 594, 619, 682. = Sur laposition des calcaires de l'Echaillon dans la série secondaire, 683. = Félicitations à M. Lory, 694.

Hollande. Observations, par M. —, 594.

I

Igornay. Sur un poisson du terrain permien d'—, par M. Gaudry, 299.

Isère. Sur le terrain crétacé supérieur de l'—, par M. Lory, 58. (*Voir aussi Réunion de Grenoble.*)

Islande. Note sur les formations volcaniques de l'—, par M. R. Bréon, p. 334.

J

Jannettaz. Mémoire sur la propagation de la chaleur et de ses rapports avec les clivages et les mouvements du sol, 196. = Observations, 628, 649, 688.

Jaubert. Observations, par M. —, 594.

K

Kuss (H.). Sur les filons de fer spathique d'Allevard, 699.

L

Labourd. Note sur la géologie du —, par M. Stuart-Menteath, 158.

Lacvivier (de). Terrains primaires du Morbihan, par M. —, 503.

Lambert. Sur les sables oligocènes des environs d'Etampes par M. —, 496.

Lapparent (de). Observations, 160. = Comptes rendus d'excursions dans l'Eifel, 298. = Allocution présidentielle, 343.

Laubrière (de). Espèces nouvelles du bassin de Paris par M. —, 377.

Lebesconte. Note sur la faille de Pontpéan, par M. 157.

Léenhardt. Observations par M. —, 619.

Lemenc. Note sur les couches à Aptychus de —, par M. Pillet, 361.

Lemoine. Faune éocène des environs de Reims par M. —, 345.

L'Escarène. Sur un prétendu gisement paléothérien de —, par M. Potier, 58.

Lherm. Ossements fossiles de la caverne de —, par M. Filhol, 299.

Limagne. Tufs bitumineux et basaltiques de la —, par M. Pommerol, 282.

Lingules. Sur les —; du grès armoricain de la Sarthe par M. Guillier, 372.

Lory. Sur le terrain crétacé de l'Isère par M. —, 58. = Allocution, 578, 694.= Compte rendu des excursions de Grenoble à la Porte de France et au plateau de la Bastille, 582; de Grenoble à la Grande-Chartreuse, 595 ; de Grenoble à Sassenage et à l'Echaillon, 610 ; de Grenoble à Vizille et au Bourg-d'Oisans, 620 ; du Bourg-d'Oisans à la Grave, 632 ; = sur les schistes cristallins des Alpes occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région, 652; Compte rendu de l'excursion aux mines d'Allevard, 696; Observations. 593, 619, 629, 651, 680, 689, 691.

M

Maine-et-Loire. Note sur les fossiles des calcaires de Montjean-Chalonnes par M. Œhlert, 219.

Marcou. Sur les colonies des terrains taconiques du lac Champlain par M. —, 18.

MARION. L'évolution du règne végétal par MM. —, et de Saporta, 300.
Mas d'Azil. Sur un ossement fossile du —, par M. l'abbé Pouech, 88.
MERCEY (de). Observations à sa note sur la classification du terrain crétacé supérieur par M. —, 91.
MICHEL-LÉVY. Sur les schistes micacés de Saint-Léon (Allier), par M. —, 181.
Montabuzard. Sur la position des calcaires de —, par M. Douvillé, 392.
Montjean-Chalonnes. Sur les fossiles de —, par M. Œhlert, 219.
Morbihan. Terrain primaire du —, par M. de Lacvivier, 503.
MORIÈRE. Plaquette de la Grande Oolithe avec Apiocrinus, par M. —, 346.
MORGAN (de). Mémoire sur le terrain crétacé de la Scandinavie par M. —, 342.
MOURLON. Géologie de la Belgique par M. —, 9, 293.
MUNIER-CHALMAS. Observations par M. —, 138. = Présentation d'ouvrages, 439, 503. = Note sur le *Belocrinus*, par M. — 503.

N

Navarre. Sur la géologie de la —, par M. Stuart-Menteath, 158, 304.
Néocomien. Sur le —, des Cévennes par M. de Sarran d'Allard, 552.
Nummulites. Sur l'importance de la loge centrale des —, par M. de la Harpe, 171.

O

ŒHLERT. Mémoire sur les fossiles dévoniens de l'Ouest de la France, 213. = Sur les fossiles des calcaires de Montjean-Chalonnes (Maine-et-Loire), 219.
O'REILLY. Sur la direction des failles par M. —, 169.
Oxfordien. Sur l'—, des Cévennes par M. de Sarran d'Allard, 552. (*Voir aussi* WOHLGEMUTH.)

P

Palœothérien. Sur un prétendu gisement —, à L'Escarène par M. Potier. 58.
PARRAN. Sur une source minérale trouvée à Gagnières (Gard), par M. —, 221. = Géologie de la Russie-Méridionale, 496.
PILLET. Carte géologique articulée de la Savoie, par M. —, 359. = Sur les couches à Aptychus de Lemenc par M. —, 561. = Observations, 594, 617.
PANTANELLI. Sur les Radiolaires des jaspes de la Toscane par M. —, 17.
PERON. Sur les Echinides d'Algérie par M. —, 436.
Plata. De l'antiquité de l'homme dans la —, par M. Ameghino, 370.
Poissons. Sur des Hyperostoses des —, des grottes quaternaires de Menton, par M. Rivière, 214.
POMMEROL. Age des tufs bitumineux et basaltiques de la Limagne par M. —, 282.
Pontpéan. Note sur la faille de —, par M. Lebesconte, 157.
Porte de France. Excursion à la —, par M. Lory, 582.
PORUMBARU. Etude géologique des environs de Craiova par M. —, 303.
POTIER. Sur un prétendu gisement palœothérien de L'Escarène par M. —, 58. = Observations, 594.
POUECH (l'abbé). Lettre à M. Gaudry, 15. = Sur un ossement fossile du Mas d'Azil (Ariège), par M. —, 88.
Pyrénées. Notes minéralogiques sur les —, par M. Gourdon, 156. = Note sur la géologie des —, par M. Stuart-Menteath, 158, 304. = Note sur l'étage corallien des —, par M. Hébert, 179. = Sur le terrain crétacé des —, par M. Hébert, 62.

Q

Quaternaire. Sur les tufs —, de Senaincourt par M. de Boury, 211. = sur le — de Chelles, par M. Ameghino, 242. = Sur le dernier diluvium —, par M. Tardy, 480. = Obs. sur le — de Montreuil, par M. Vasseur, 257.

R

Radiolaires. Sur les —, des jaspes de la Toscane par M. Pantanelli, 17.

Raincourt (de). Sur l'Eocène du bassin de Paris par M. —, 389.

Renevier. Observations, par M. —, 593, 595, 618, 630, 650, 679.

Rey-Lescure. Note sur la géologie générale de l'Espagne, par M. —, 326.

Renault. Cours de botanique de M. —, par M. de Saporta, 160.

Reptile. Note sur un — du terrain permien par M. Gaudry, 17.

Rhône. Sur les anciens glaciers du —, par MM. Falsan et Chantre, 7.

Rhune (la). Note sur le terrain pénéen de —, par M. Hébert, 179.

Rivière. Gisement pliocène de Castel d'Appio, par M. —, 214. = Hyperostoses des poissons, 214.

Roche. Sur les fossiles du terrain permien d'Autun, par M. —, 78.

Rolland. Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional, par M. —, 299, 508. = Grandes dunes du Sahara, par M. —, 388.

S

Sahara. Sur le terrain crétacé du —, septentrional, par M. Rolland, 299, 508. = Grandes dunes de sable du —, par M. Rolland, 388.

Saint-Amand. Géologie de —, par M. Dagincourt, 223.

Saint-Léon. Sur les schistes micacés de — (Allier), par M. Michel-Lévy, 181.

Saporta (de). Lettre sur les Goniolina, par M. —, 17. = Sur le cours de botanique de M. Renault, par M. —, 160. = Aperçu géologique du terroir d'Aix en Provence, par M. —, 300. = L'évolution des Cryptogames, par M. —, 300.

Sarran d'Allard (de). Oxfordien, Corallien, Néocomien des Cévennes, par M. —, 552.

Sarthe. Note sur les lingules du grès armoricain de la —, par M. Guillier, 372.

Sassenage. Excursion à —, par M. Lory, 610.

Savoie. Carte géologique articulée de la —, par M. Pillet, 561.

Scandinavie. Mémoire sur le terrain crétacé de la —, par M. de Morgan, 342.

Schistes cristallins. Sur les —, des Alpes Occidentales par M. Lory, 652.

Senaincourt. Sur les tufs quaternaires de —, par M. de Boury, 211.

Sidérolithique. Modification des calcaires jurassiques au voisinage du —, par M. de Grossouvre, 277.

Silex. Origine des — de la Craie, par M. de Cossigny, 27.

Source minérale. Sur une — trouvée à Gagnières (Gard), par M. Parran, 221.

Sougraigne. Sur le Crétacé supérieur de —, par M. Toucas, 385.

Stuart-Menteath. Géologie des Pyrénées, de la Navarre et du Guipuzcoa, par M. —, 158, 304. = Observations, 181.

T

Tardy. Sur le dernier diluvium quaternaire, par M. —, 486.

Tarn. De l'ancienneté de l'*Elephas primigenius* dans le —, par M. Caraven-Cachin, 475.

Tchihatchef (de). Espagne, Algérie et Tunisie, 8.

Terrain crétacé. Sur le — de l'Isère, par M. Lory, 58. = Sur le — des Pyrénées, par M. Hébert, 62. =

Sur le — du nord de l'Espagne, par M. Carez, 73. = Observations à sa note sur la classification du — supérieur, par M. de Mercey, 91. = Du Sahara septentrional, par M. Rolland, 299, 508. = Sur le — de la Scandinavie, par M. de Morgan, 342. = Sur le — de Sougraigne, par M. Toucas, 385.

Terrain dévonien. Sur le — d'Avesnes et de Chimay, par M. Gosselet, 371.

Terrain jurassique. Note sur le — du bassin de Paris, par M. Douvillé, 441.

Terrain permien. Note sur un reptile du —, par M. Gaudry, 17. = Sur les fossiles du — d'Autun, par M. Roche, 78. = Sur le — de la Rhune, par M. Hébert, 179. = Sur un poisson du — d'Igornay, par M. Gaudry, 299.

Terrain primaire. Sur le — du Morbihan, par M. de Lacvivier, 503.

Terrain taconique. Note sur les colonies du — du lac Champlain, par M. Marcou, 18.

Terrains tertiaires. Note sur les Echinides des — de la Belgique, par M. Cotteau, 214.

TERQUEM. Présentation du 3e fascicule de la faune de la plage de Dunkerque, par M. —, 6.

TOUCAS. Note sur la Craie supérieure des environs de Sougraigne (Aude), par M. —, 385. = Observations, 619.

TOURNOUER. Observations, 176.

Tufs bitumineux et basaltiques de la Limagne, par M. Pommerol, 282.

Tunisie. Algérie et Espagne, par M. de Tchihatchef, 8.

Turonien. Synchronisme du — dans le Sud-Ouest et dans le Midi de la France, 417, par M. Arnaud.

V

VAN DEN BRŒCK. Altération des dépôts superficiels, 295.

VASSEUR. Observations snr le quaternaire de Montreuil, 257. = Obs., 293.

Vizille. Excursion à —, par M. Lory, 620.

Volcaniques. Note sur les formations — de l'Islande, par M. Bréon, 334.

Vaucluse. Gisement de poissons de l'Aptien de — par M. Villot, 384.

VÉLAIN. Géologie de la Chine, par M. —, 474.

VILLOT. Gisement de poissons dans l'Aptien de Vaucluse, par M. —, 384.

W

WOHLGEMUTH. Contact du Bathonien et du Callovien sur le bord oriental du bassin de Paris, par M. —, 258.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU
ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME

Aptychus Beyrichi, Opp., 365.
Arctocyon Dueilei, Lem., 168, 345.
Belemnites, n. sp., Pillet, 354.
— datensis, Pillet, 365.
— Pilleti, Pictet, 363.
Belocrinus, Mun.-Ch., 503.
Caratomus Lehoni, Cotteau, 217
Cardium triangulatum, de Laub., 382, pl. VIII, fig. 2-4.
Corbulomya Bezançoni, de Laub., 382, pl. VIII, fig. 14-17.
Cyphosoma Choisyi, Cott., 526, pl. XV, fig. 7-9.
Cypraea Dollfusi, de Laub., 379, pl. VIII, fig. 10-13.
Echinocyamus Forbesi, Cott., 219.
Echinolampas affinis, Ag., 218.
Echinus Colbeaui, Cott., 219.
Emarginula Carezi, de Laub., 381, pl. VIII, fig. 11-12.
Euphorbiophyllum? Ed. Bur., 290, pl. V, fig. 8.
Fossarus Fischeri, de Laub., 380, pl. VIII, fig. 3.
Gastornis Edwardsi, Lem., 169, 345.
Holaster Dewalquei, Cott., 216.
Hynniphoria globularis, Suess, 362,
Limea eocenica, de Laub., 383, pl. VIII, fig. 7-8.
Lingula Criei, Dav., 385, pl. VII, fig. 1-3.
— *Lesueuri*, Rouault, id., fig. 12.
— *Crumena*, Phillips., 376, pl. VII, fig. 4-11.
Megapleuron Rochei, Gaud., 899.
Nerium sarthacense. Sap., 288, pl. V, fig. 4-9-10.
Nerium Vasseuri, E. Bur., 287, pl, V, fig. 1-3.
Oecidium Nerii, E. Bur., 290, pl. V, fig. 9-10.
Ostrea Rollandi, Coq., 259, pl. XV, fig. 1-4.
Pleuraspidotherium Aumonieri, Lem., 345.
Pleurotoma essomiensis, de Laub., 378, pl. VIII, fig. 6-9,
Pittosporum Tobira, Ait., 288, pl. V, fig. 5-7.
Psammechinus Dewalquei, Cott., 219.
Rotalina, d'Orb., p. 7.
Rynchonella capillata, Zitt., 366.
Spantangus pes equuli, Letton., 218.
Sphærulites Lefebvrei, Bayle, 536, pl. XV, fig. 5-6.
Spirialis Bernayi, de Laub., 377, pl. VIII, fig. 5.
Stereorachis Gaudryi, p. 18.
Terebratula Bilimiki, Suess., 366.
Turritella eckiana, de Laub., 379, pl. VIII, fig. 15-16.
Vermetus suessoniensis, de Laub., 380, pl. VIII, fig. 1.

LISTE DES PLANCHES

I. p. 18. J. Marcou. — Carte géologique des bords du lac Champlain (Amérique).

II. p. 18. J. Marcou. — Coupes géologiques se rapportant à la carte précédente.

III et IV. p. 112. G. Dollfus. — Coupes géologiques du pays de Bray; fig. 1, de Louvres à Orry-la-Ville; fig. 2, de Fosses à Montmélian; fig. 3, d'Épinay à Pont-Saint-Maxence; fig. 4, d'Hédouville à Clermont (Oise); fig. 5, d'Ully-Saint-Georges à Moussy-le-Neuf.

V. p. 286. Ed. Bureau. — Flore de Bois-Gouët. Fig. 1-3. *Nerium Vasseuri*, Ed. Bur.; fig. 4, *Nerium sarthacense*, Sap.; fig. 5-7, *Pittosporum Tobira*, Ait.; fig. 8, *Euphorbiophyllum*? fig. 9-10, *Œcidium Nerii*, Ed. Bur.

VI. p. 304. Stuart Menteath. — Carte géologique des Pyrénées, de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd.

VII. p. 372. Guillier. — Fig. 1-3, *Lingula Criei*, Dav.; fig. 4-11, *Lingula Crumena*, Phillips.; fig. 12, *Lingula Lesueuri*, Rouault.

VIII. p. 377. de Laubrière; fig. 1, *Vermetus suessoniensis*, de Laub.; fig. 2-4, *Cardium triangulatum*, de Laub.: fig. 3, *Fossarus Fischeri*, de Laub; fig. 5, *Spirialis Bernayi*, de Laub.; fig. 6-9, *Pleurotoma essomiensis*, de Laub.; fig. 7-8, *Limea eocenica*,, de Laub.; fig. 10-13, *Cypraea Dollfusi*, de Laub.; fig. 11-12, *Emarginula Carezi*, de Laub.; fig. 14-17, *Corbulomya Bezançoni*, de Laub.; fig. 15-16, *Turritella eckiana*, de Laub.

XIII. p. 508. Rolland. — Carte géologique du Sahara.

XIV. p. 508. Rolland. — Coupes géologiques se rapportant à la carte précédente.

XV. p. 568. Rolland. — Fig. 1-4. *Ostrea Rollandi*, Coq.; fig. 5-6, *Sphærulites Lefebvrei*, Bayle; fig. 7-9, *Cyphosoma Choisyi*, Cotteau.

XVI. p. 582. Lory. — Fig. 1. Coupe de la vallée de l'Isère en aval de Grenoble (rive gauche). Fig. 2. Coupe de la vallée de l'Isère en aval de Grenoble, (rive droite).

XVII. p. 620. Lory. — Profils géologiques du bassin de la Romanche. Fig. 1. Gypse triasique de Champ et Vizille. Fig. 2. Rive droite de la Romanche, entre Vizille et Garet. Fig. 3. Vallée du Bourg-d'Oisans, (rive gauche). Fig. 4. Route du Pont-Saint-Guillerme au Chambon, (rive gauche).

DATES DE LA PUBLICATION

DES NUMÉROS QUI COMPOSENT CE VOLUME.

Livraison 1, (Feuilles 1-4 et *A*, pl. I, II), mars, 1881.
— 2, (— 5-9 et *B*, pl. III, IV), avril, 1881.
— 3, (— 10-13), ... mai, 1881.
— 4, (— 14-21 et *C*, (pl. V, VI), juin, 1881.
— 5, (— 22-27 et *D*, pl. VII à XII), août, 1881.
— 6, (— 28-36, pl. XIII à XV), septembre, 1881.
— 7, (— 37, pl. XVI et XVII),, mars, 1884.

ERRATA

IX (3^e série),	17,	5,	*au lieu de* :	Pandamées,	*lisez* :	Pandanées.
—	»,	»,	—	Araïdées,	—	Aroïdées.
—	»,	12,	—	Pandamées,	—	Pandanées.
—	18,	6,	—	Épithrachlée	—	Épithrochlée.
—	»,	»,	—	Épicardyle,	—	Épicondyle.
—	39,	12,	—	Forme,	—	Faune.
—	62,	(avant-dernière),	—	Leroy,	—	Lory.
—	65,	(légende de la fig. 1),	—	A. Calcaire;... C. Sénonien urgonien,	*lisez* :	A. Calcaire urgonien... C. Sénonien.
—	69,	1,	—	blancs :	*lisez* :	blanc.
—	70,	(note 3),	—	Descriptions géologiques :	*lisez* :	Description géologique.
—	72,	27,	—	de	*lisez* :	du.
—	221	6	*au lieu de* :	**Parrain**,	*lisez* :	**Parran**.
—	418,	10,	—	précises,	—	précisées.
—	427,	10,	—	,		;
—	428,	40,	—	,		;
—	430,	24,	—	,		;
—	431,	37,	—	ou,		et.
—	433,	33,	—	continue,		constitue.

Tableau 2 (Note de M. Arnaud), *ajoutez* : (1) *Après la* 5^e *ligne de la* 2^e *colonne.*

F. Aureau. — Imprimerie de Lagny.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 21 Juin au 8 Novembre 1880

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italique.*)

Battaglia-Rizzo. Pochi cenni intorno ad un nuovo fossile rinvenuto nell' ex Castello Termini-Imerese, in-4°, 1 p., 2 pl.

Botella y de Hornos. Mapa geologico de España y Portugal, in-folio, $\frac{1}{200.000}$ Madrid, 1879.

Burgerstein und Franz Noë. Geologische Beobachtungen im südlichen Calabrien, in-8°, 16 p., 2 pl. (Ext. de l'Akad. der Wissensch. Avril 1880.)

Carte géologique détaillée de la France, in-folio, $\frac{1}{80,000}$, n° 93, Le Mans ; n° 78, Nogent-le-Rotrou, 1880. (*Service de la carte géologique.*)

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Feuille 15, planchettes n° 2 (Beveren) et n° 3 (Anvers) ; feuille 23, planchettes n° 3 (Boom) et n° 4 (Malines), in-folio $\frac{1}{20,000}$ avec texte explicatif, in-8° et 1 feuille de coupes, par Van Ertborn et P. Cogels, 1880.

Commission de la Carte géologique dé la Suisse. (Carte in-folio, au $\frac{1}{100,000}$.) Feuille n° 4, Frauenfeld, Saint-Gall.

Choffat (Paul). Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal, n° 1, in-4°, 72 p., Lisbonne, 1880.

Chaper (Maurice). Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe, in-8°, 142 p., 12 pl. Paris, chez G. Masson, 1880.

Davidson. Brachiopoda of Brittanny and S. Devon, in-8°, 7 p. (Ext. du Geological Magazine, août 1880.)

Davy (L.). Note sur l'*Eopteris*, in-8°, 13 p., 1879. (Ext. des Mémoires de la Société académique d'Angers, t. XXXVI.)

Dawson (G.). Geological map of a portion of the Southern Interior of Bristish Columbia, in-folio $\frac{1}{506,880}$, 1877.

Dewalque (*G.*). Revue des fossiles landéniens, in-8°, 12 p. (Ext. des Annales de la Société Géol. de Belg., t. VI, p. 156.)

— Sur l'uniformité de la langue géologique, in-8°, 13 p.; Liège, 1880.

Falsan (*A.*) *et Chantre* (*E.*). Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, 2 vol. in-8°, 1194 p. et atlas in-folio de 12 pl.; Lyon, 1875-80.

Foresti (*L.*). Dell' *Ostrea cochlear*, Poli., e di alcune sue varieta, in-4°, 12 p. 2 pl.; Bologne, 1880.

Fritsch (*Dr Ant.*). Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformations Bohmens, vol. 1, n° 2, in-4° 23 p. 12 pl. ; Prague, 1880.

Gauthier (*Ch.*). Description de deux lacs de la région du Caucase, riches en sulfate de soude, in-8°, 16 p.; Paris chez Capiomont et Renault, 1880. (Ext. de la Soc. des Ingénieurs civils.)

Geologisk Ofversigtskarta ofver Mellersta Sveriges. Beskrifning till blad nos 1, 2, 3, upprattad af Tornebohm, in-8°, Stockholm, 1880.

— (Carte au $\frac{1}{20\,500}$. Feuilles nos 3 et 5, in-folio ; Stockholm, 1880.

— Allmanna upplysningar Rorande, in-8°, 36 p.; Stockholm, 1880.

Geologiska Undersokning (*Finlands*). Beskrifning till Kartbladet, n° 2, af K. Ad. Moberg, in-8°, 63 p.; Helsingfors, 1880, et carte in-folio, au $\frac{1}{200,000}$.

Gosselet (*J.*). Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines, 1er fascicule : terrains primaires, in-8°, 1 vol., texte 167 p. et 1 vol. de planches ; Lille, 1880.

Gruner (*L.*). Traité de Métallurgie, 1re partie, t. 2, in-8°, 432 p.; Paris, chez Dunod, 1878.

Hébert (*Edm.*). Histoire géologique du canal de la Manche, in-4°, 13 p. (Ext. des Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, t. XC, 7 et 14, juin 1880).

Hoffman (*C.-K.*). Untersuchungen ueber den Bau und der Entwickelungsgeschichte der Hirudineen, in-4°, 69 p., 12 pl.; Haarlem, 1880.

Jeanjean (*A.*). Etude sur l'Oxfordien supérieur, le Corallien et le Néocomien inférieur dans les Cévennes, in-8°, 18 p. (Ext. de l'Ass. française pour l'avanc. des Sciences, Congrès de Montpellier, séance du 30 août 1879.)

Marsh (O.-C.). Odontornithes : A monograph of the extinct toothed birds of North America, in-4°, 201 p., 34 pl.; Newhaven, 1880. (*Memoirs of the Peabody Museum of Yale College*, vol. 1.)

Mocquerys (*M.-S.*). Recueil de Coléoptères anormaux, in-8°, 142 p.; Rouen, 1880.

Mouret (*G.*). Esquisse géologique des environs de Brive, in-8°, 164 p.; Brive, 1880.

Mourlon (*M.*). Géologie de la Belgique, t. I, in-8°, 312 p.; Bruxelles, 1880.

Pantanelli (*D.*). I Diaspri della Toscana e i loro fossili, in-4°, 34 p., 2 pl.; Rome, 1880. (Ext. de Reale Accademia dei Lincei.)

Pomel (*A.*). Le Sahara. Observations de géologie et de géographie physique et biologique, in-8°, 139 p.; Alger, 1872.

Prestwich (*J.*). On the origins of the parallel roads of Lochaber and their bearing on other phenomena of the glacial period, in-4°, 63 p., 1 carte. (Ext. des Philosophical Trans. of the R. Society, 1879.)

Preudhomme de Borre. Note sur le *Breyeria Borinensis*, in-8°, 6 p. (Ext. de C.-R. de la Soc. Entomologique de Belgique, 7 juin 1879.)

Renevier (*E.*). Rapport sur la marche du Musée géologique vaudois en 1879, in-8°, 17 p.; Lausanne, 1880.

— Orographie de la partie des Hautes-Alpes calcaires comprise entre le Rhône et le Rawyl, in-8°, 97 p.; Lausanne, 1880.

Reyer (*Ed.*). Beitrage zur Geschichte des Zinnbergbaues in Bohmen und Sachsen, in-8°, 35 p.; Vienne, 1880. (Ext. des Osterreichischen Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen, 1880.)

— Die Bewegung im Festen. Geologische Skizze, in-8°, 14 p. (Ext. du Jahrbuch der K.-K. Geol. Reichsanstalt, 1880.)

Robert (*E.*). Rapports sur les silex taillés préhistoriques et les ossements fossiles de Pachydermes dans les mêmes lieux, in-8°, 7 p.; Saint-Denis, 18....

Saporta (G. de). Paléontologie française, 2e série, terrain jurassique, livraison 30. Conifères ou Aciculariées, in-8°, 32 p., 6 pl.; Paris, chez Masson, 1880. (Don du *Comité de la Paléontologie française.*)

Secco (*A.*). Guida Geologico Alpina di Bassano e dintorni, in-12, 122 p., 1 carte; Bassano, 1880.

Scheafer. Diagram of the progress of the Anthracite Coal-Trade of Pennsylvania, in-folio, 1 p. (Don de M. *Hayden.*)

Solano y Eulate. Discurso leido en la Universidad central, in-8°, 62 p.; Madrid, 1880.

Tchihatchef (*P. de*). Espagne, Algérie et Tunisie, in-8°, 595 p.; Paris, 1880.

Terquem (*O.*). Essai sur le classement des animaux qui vivent sur la plage et dans les environs de Dunkerque, in-8°, 43 p., 6 pl.

Tucci (*P. di*). Saggio di studi geologici sui peperini del Lazio, in-4°, 40 p., 1 pl.; Rome, 1879.

Weiss. Gedenkworte am Tage der Feier des hundertjahrigen Geburtstages, in-8°, 30 p.; Mars 1880.

Waters. Quelques roches des Alpes vaudoises étudiées au microscope, in-8°, 6 p., 1 pl. (Ext. du Bul. de la Société vaudoise, XVI, 83.) (Don de M. *Renevier*.)

Whitaker (*W*.). The geological record for 1877, in-8°, 432 p.; Londres, 1880.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l' — t. XCI, nos 1-19; 5 juillet, — 8 novembre 1880.

Daubrée. — Sur une Météorite tombée à Kerilis (Côtes-du-Nord), 28. — Sur une Météorite tombée à Saint-Christophe-la-Chartreuse (Vendée), 30.

G. Cotteau. — Sur les Echinides des terrains tertiaires de la Belgique, 182.

L. Crié. — Contributions à la flore paléozoïque, 241.

Sainjon. — La Loire, le Loiret et les courants souterrains du val d'Orléans, 242.

H. Filhol. — Découverte de Mammifères nouveaux dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy (éocène supérieur), 344.

M. Lortet. — Sur une nouvelle Station de l'âge de la pierre à Hanaoueh, près de Tyr (Syrie), 397.

A. Gaudry. — Sur un reptile très perfectionné, trouvé dans le terrain Permien, 669.

H. E. Sauvage. — Sur l'existence d'un Reptile du type ophidien dans les couches à *Ostrea columba* des Charentes, 671.

Edm. Hébert. — Recherches sur la Craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées, 744.

— Annales des Mines, 7e sér., t. XVII, nos 2 et 3; 1880.

Haton de la Goupillière. — De l'échauffement produit par l'affaissement des terrains, 322.

— Annales des Sciences Géologiques, t. XI, n° 1; 1880.

H. Filhol. — Etude des Mammifères fossiles de Saint-Gérand-le-Puy (Allier), 2e partie.

— Club alpin français. Bulletin trimestriel; 1880, 2e trim.

— Annuaire du —, 6e année; 1879.

Degrange-Touzin. — Aperçu géologique sur le Vignemale, 530.

— Nature (La). Revue des Sciences, 8e année, nos 369-386; 26 juin, 23 novembre 1880.

A. Heim. — Les Tremblements de terre et leur étude scientifique (suite), 53.

J. Brun. — Les pierres cassées du Sahara, 90.

E. Delfortrie. — Découverte d'un squelette entier de *Rytiodus* dans le falun Aquitanien, 321.

— Société Botanique de France. Bulletin de la —, t. XXVI, — Session extraordinaire à Aurillac. — 1879, t. XXVII, n^{os} 2 et 3; — Revue Bibliographique A et B; 1880.

— Société d'Anthropologie de —. Bulletin de la —, 3^{e} sér., t. III, n^{os} 1 et 2; 1880.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, mars-juin 1880.

— Société Nationale d'Agriculture de France, t. XL, n° 4; 1880.

— Société Zoologique de France. Bulletin de la — pour l'année 1879, n^{os} 1 et 2, 5 et 6.

Amiens. Société Linnéenne du nord de la France, t. V, n^{os} 93 et 94; mars-avril 1880.

Havre. Société Géologique de Normandie, t. V; 1878.

E. Savalle. — Note sur les sables néocomiens de la Hève et sur quelques espèces fossiles qui y ont été recueillies, 94. — Note sur une espèce de Crustacé fossile trouvé dans les sables micacés de la Hève, 98. — Note sur les sables micacés de la Hève, 100.

C. Brylinski. — Note l'*Eozoon canadense*, 114.

M. Gourdon. — Note sur quelques Blocs erratiques de la vallée de Valencia de Arreu (Catalogne), 119.

Lyon. Société d'Agriculture, Histoire Naturelle et Arts utiles de —, Annales de la —, 5^{e} sér. t. I; 1878.

Falsan et Locard. — Note sur les formations tertiaires et quaternaires des environs de Miribel, 1.

Fontannes. — Les terrains tertiaires du bassin de Visan, 11. — Description de quelques espèces nouvelles et peu connues des terrains tertiaires supérieurs du bassin du Rhône, 365.

Locard. — Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon, 145.

Falsan et Chantre. — Catalogue des blocs erratiques, 509. — Etude sur les anciens glaciers et le terrain erratique, 571.

Nîmes. Société d'Etudes des sciences naturelles de —, 8^{e} année n° 7; 1880.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la —, 2^{e} sér., t. IX, n° 1 et 2; 1880.

Max de Lanversin. — Etude géologique sur l'île de Suderœ, 195.

Manigler. — Etude du bassin de Brassac, 235.

— — Compte rendu des séances de la —, juin-septembre 1880.

Toulouse. Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme, par *M. Emile Cartailhac*, 2^{e} sér., t. XI, n^{os} 6 et 7; 1880.

Medlicott et Blanford. — Les terrains post-tertiaires et l'ancienneté de l'homme dans la péninsule indienne, 265.

De Saporta. — Tableau de la classification des étages tertiaires et quaternaires avec la mention des principaux horizons ou dépôts de plantes fossiles compris dans ces étages à partir du miocène, 278.

— Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de —. Mémoires de l' —, 8e sér., t. II, n° 1 et table alphabétique des dix premiers volumes.

— Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, 10e année, n° 3 ; 1877.

Fabre et de Malafosse. — Note sur l'origine géologique des gorges du Tarn, 178.

— — Id., 12e année, n° 4; 1878.

Dr F. Garrigou. — Sur les anciens glaciers des Pyrénées, 254.

— — Id., 13e année, nos 2, 3 et 4.

L. Flottes. — Géologie des environs de Rome et du Vésuve, 252.

P. Fagot. — Mollusques quaternaires des environs de Toulouse et de Villefranche (Haute-Garonne), 282.

— Société Académique Hispano-Portugaise de —, t. I, n° 2 ; 1880.

Troyes. Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Mémoires de la —, 3e sér., t. XVI ; 1879.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue Agricole, Industrielle, Littéraire et Artistique, t. XXXIII, nos 5, 6 et 7 ; mai, juin et juillet 1880.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. P. —, mars-juin 1880.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D., t. XXXII, n° 1 ; janvier-mars 1880.

J. F. Sterzel. — Ueber *Seolecopteris elegans*, Zenker, und andere fossile Reste aus dem Hornstein von Altendorf bei Chemnitz, 1.

E. Kayser. — Ueber *Dalmanites Rhenanus*, eine Art der Hausmanni-Grupe, und einige andere Trilobiten aus den alteren Rheinischen Dachschiefern, 19.

A. Arzuni. — Eine Kupferkiespseudomorphose von Nishnij-Tagil am Ural, 25.

H. Eck. — Beitrag zur Kentniss des Suddeutschen Muschelkalks, 32.

G. Berendt. — Ueber Riesentopfe und ihre allgemeine Verbreitung in Nord Deutschland, 56.

H. Credner. Ueber Schichtenstorungen im Untergrunde des Geschiebelehms, an Beispielen aus dem Nordwestlichen Sachsen und angrenzenden Landstrichen, 75.

G. Pringsheim. — Ueber einige Eruptivgesteine aus dem Umgegend von Liebenstein in Thüringen, 111.

Dresde. Leopoldina amtliches organ der Kaiserlich Leopoldinich-Carolinisch Deutschen Akademie der Naturforscher, t. XI-XV ; 1875-1879.

— Nova Acta Academiæ Cœsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ Naturæ curiosorum, t. XXXVIII ; 1876.

H. Engelhardt. — Tertiar pflanzen aus dem Leitmeritzer Mittelgebirge. Ein beitrage zur Kentniss der fossilen Pflanzen Bohmens, 341.

— — T. XXXIX ; 1877.

H. Engelhardt. — Ueber die fossilen Pflanzen des Süswassersandsteins von Tchernowitz. Ein neuer Beitrag zur Kentniss der fossilen Pflanzen Bohmens, 357.

— — T. XL ; 1878.

Carl Ochsenius. — Beitrage zur Erklarung der Bildung von Steinsalzlagern und ihrer Mutterlaugensalze, 121.

Gotha. Mittheilungen aus *Justus Perthes*' Geographischer Anstalt, t. XXVI, n^{os} 6-9 ; 1880.

— — Erganzungsheft, n° 62.

Behm und Wagner. — Die Bewolkerung der Erde, n° 6.

Osnabruck. Naturwissenschaftlichen Vereins zu —. Vierter Jahresbericht des — ; 1876-1880.

Stuttgart. Vereins für Waterlandische Naturkunde in Würtemberg. Jahreshefte des —, 36^{e} volume ; 1880.

C. Dorn. — Anwendung der gelegentlich der Tübinger Wasserversorgung gewonnenen Erfahrungen für die Wasserversorgung von Stuttgart, 53.

Fraas. — Langenprofil der Neuen Bahnlinie Stuttgart-Freudenstadt, 61.

O. Hahn. — Ueber das *Eophyllum canadense* aus dem Serpentinkalk des Laurentian-Gneisses von Canada, 71.

Leuze. — Ueber die Kalkspathe im Basalttuff des Owener Bolle, 74.

— Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie ; 1880, t. I, n^{os} 1-3.

E. Kalkowsky. — Ueber die Erforschung der archaischen Formationen, 1. — Ueber Gneiss und Granit des bojischen Gneisstockwerkes im Oberpfalzer Waldgebirge, 29.

Tenne. — Ueber den Epistilbit, 43.

Klocke. — Ueber Doppelbrechung regularer Krystalle, 53.

Zirkel. — Ueber den Zircon als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil, 80.

Dathe. — Gletscherschliffe bei Lommatzsch in Amphiboliten, 94.

Kœnen. — Tertiar zwischen Guntershausen und Marburg, 95.

Cohen. — Mandelstein aus den Maluti-Bergen, 96.

Inostranzeff. — Ein neues aüsserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe, 97.

Struckmann. — Vorlaufige Nachricht über das Vorkommen grosser Vogelahnlicher Thierfahrten in Hastingssandsteine von Bad Rehburg bei Hanover, 125.

Seligmann. — Krystallogr. Notizen I, 129.

Weisbach. — Zur Kentniss des Leucits, 143.

Steinmann. — Die Mumien des Hauptrogensteins, 151.

Klein. — Ueber Goldstufen von Voropatak, 155.

Hirschwald. — Ueber das Mikroskop-Goniometer, 156.

Klocke. — Bemerkungen über optische Anomalien am Thallium und Selen Alaun, Baryumnitrat und Eis etc., 158.

Cossa. — Rutil in Gastaldit-Eklogit von Val Tournanche, 162.

Kenngott. — Ueber Topas, Pyrrhotin und Pseudobrookit, 164.

Kayser. — Ueber Barrande's Brachiopodenwerk, 166.

Pichler. — Beitrage zur Geognosie Tirols, 172.

Fischer. — Ueber Jadeit, 174.

Schalch. — Die Gliederung der Lias formation des Donau Rheinzuges, 177.

Des Cloizeaux. — Ueber Pyrenæen-Mineralien, 267.

Fraas. — Glaciales, 268.

Hussak. — Eruptivgesteine von Schemnitz, Augitandesit von Saint-Egidi, 287.

Kengott. — Ueber Topas, Pyrrhotin, und Pseudobrookit, 278.

Klein. — Erwiderung, 281. — Berichtigung, 286.

Koch. — Ueber das tertiar in Siedenbürgen, 283.

Mœller. — Schædel von *Elasmotherium Fischeri* Desmo, 273.

Rath. — Contactverhæltnisse zwischen Kohle und einen Basischen Eruptivgestein bei Fünfkirchen, 274.

Saüer. — Rutil als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil, 279.

Tenne. — Ueber ein neues Vorkommen von Epistilbit, 285.

Wolf. — Geologische Arbeiten im Staate Ecuador, 268.

— — 1880, t, II, n° 1.

Weiss. — Die Krystallisationsgesetze seit Ch. S. Weiss, insbesondere die Lehre von den Hemiëdrieen, erlautert am Diamant, 1.

Cohen. — Ueber Laven von Hawaii und einigen anderen Inseln des Grossen Oceans nebst einigen Bemerkungen über glasige Gesteine in Allgemeinen, 23.

Bauer. — Beitrage zur Mineralogie, 63.

Streng. — Ueber die Einschlüsse von Pflanzenresten in dem Eisensteinslager am Dünstberge bei Giessen, 83.

Gœppert. — Ueber die versteinerten Hœlzer des Kyffhauser, 89.

Nehring. — Ueber Fossilreste von Lemmingen, 93.

Herbich. — Geologisches aus Bosnien und der Hercegovina, 94.

Reusch. — Die Alunschieferscholle von Bakkelaget bei Christiania, 96.

Klocke. — Ueber ein optisch anomales Verhalten des unterschwefelsauren Blei, 97.

Lang. — Giebt es Gletscherspuren im Harz, 99.

Stelzner. — Bemerkungen über krystallinische Schiefergesteine aus Lappland und über einen Augit-führenden Gneiss aus Schweden, 102.

Streng. — Erklarung, 107.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de — ; avril-juillet 1880.

Australie. Adélaïde. Philosophical Society of. — Transactions and Proceedings and Report of the — for 1878-79.

G. Scoular. — On the Geology of the hundred of Munno Para ; part I, the Newer Tertiary deposits, 60.

O. Tepper. — An Introduction to the Rocks and Cliffs of Ardrossan, 71.

R. Tate. — On the Natural history of the Country around the Head of the Great Australian Bight, 94. — Zoologica and Palœontologica Miscellanea, 129.

Sidney. Royal Society of New South Wales. Journal and Proceedings of the —, t. XII, 1878.

Tenison-Woods. — On some Australian Tertiary fossil Corals and Polyzoa, 57.

Autriche-Hongrie. Vienne. Bergakademien zu Leoben und Pribram und der Königlisch Ungarischen Bergakademie zu Schemnitz. Berg and Hüttenmannisches Jahrbuch der K. K. —, t. XXVIII, n° 2, 1880.

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K.—, n^os^ 10-13, 1880.

A. Heim. — Ueber die Glarner-Doppelfalte, 155.

R. Hœrnes. — *Mastodon angustidens* von Oberdorf, nordlich von Weiz, 159.

V. Bieber. — Ueber zwei neue Batrachier aus dem Diatomaceenschiefer bei Sulloditz in Bohmen, 160.

Eugen Hussak. — Ueber Eruptivgesteine von Gleichenberg, 160.

Th. Fuchs. — Ueber ein neues Vorkommen von Susswasserkalk bei C eikowitz in Mahren, 162.

R. Hoernes. — Tertiar bei Derwent in Bosnien, 164.

E. Suess. — Ueber die vermeintlichen sacularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberflache, 171.

C. v. Hauër. — Krystallogenetische Beobachtungen, 181.

M. Vacek. — Erwiederung auf die Mittheilung des Herrn Prof. A. Heim, 189.

E. Reyer. — Ueber Bankung des Granites, 192.

R. Hœrnes. — Die Stosslinie des Villacher Erdbebens von 1348, 193. — *Amphiope* n. sp. vom Seckauer Berg bei Leibnitz.

G. Stache. — Die Liburnische Stufe, 195.

Dr Alf. Nehring. — Neue Fossilfunde aus dem Diluvium von Thiede bei Wolfenbuttel, 209.

Dr Gumbel. — Spongien-Nadeln im Flysch, 213.

E. Kramer.— Chemisch-petrographische Untersuchungen über eine eigenthümliche Gesteinsbildung Oberkrains, 215.

C.-M. Paul. — Aufnahmsbericht aus den galizischen Karpathen, 218.

E. Von Mojsisovics. — Der Monte Clapsavonin-Friaul.

E. Reyer. — Ueber die Tektonik der granitischen Gesteine von Predazzo, 231. — Ueber Predazzo, 232.

A. Bittner. — Die Sedimentgebilde in Judicarien, 233.

V. Hilber. — Reisebericht aus Ostgalizien, 238.

— — Jahrbuch der K. K. —, t. XXIX, n° 4, 1879.

Emil Tietze. — Die Mineralreichthumer Persiens, 565.

M. Vacek. — Ueber Vorarberger Kreide, 659.

C.-M. Paul. — Beitrage zur Geologie des nordlischen Bosnien, 757.

— — Id., t. XXX, n° 1, 1880.

Th. Andree. — Die Umgebungen von Majdan Kucaina in Serbien, 1.

E. Reyer. — Vier Ausflüge in die Eruptivmassen bei Christiania, 27.

Dunikowski. — Das Gebiet des Strypaflusses in Galizien, 43.

O. Novak.— Ueber *Gryllacris bohemica*, ein neuen Locustidenrest aus der Steinkohlen formation von Stradonitz in Bohmen, 69. — Bemerkungen zu Kaiser's Fauna der alteren Devon-Ablagerungen des Harzes, 75.

E. Reyer. — Granit und Schiefer von Schlackenwald, 87.

O. Radimsky. — Ueber den geologischen Bau der Insel Arbe in Dalmatien, 111.

Walter. — Die Chancen einer Erdolgewinnung in der Bukowina, 115.

H. Zugmayer. — Ueber Rhatische Brachiopoden, 149.

Belgique. Bruxelles. Société Entomologique de Belgique. Comptes rendus pour juillet, août, sept. 1879.

Cracovie. Akademija umiejetnosci w —. Sprawozdanie Komiski Fizyjograficznej.

Jana Trejdosiewicza. — Opis badan geologicznich dokonanijch w Krolestwie Polskiem w roku 1878, 113.

Alojzego Altha. — Sprawozdania z badan geologicznych, przedsiewzietych w r. 1878, w Tatrach galicyjskich przez, 243.

Grande-Bretagne. Londres. Geological Magazine (The), juillet-novembre 1880.

W.-H. Hudleston. — Contributions to the Palœontology of the Yorkshire oolites, 289, 391, 481.

T.-G. Bonney. — Classification of Welsh Precambrian Rocks, 298.

R. Etheridge. — Contributions to British Tubicolar Annelids, 304, 362.

E. Wilson. — On the Unconformability of the Keuper and Bunter, 308.

W.-J. Mac-Gee. — The Laterite of the Indian Peninsula, 310.

A.-B. Wynne. — The Palœozoic Rocks of the Northern Pundjab, 313.

Th. Davidson. — On the Brachiopoda that characterize the beds of Brittany and South Devon, 337.

F. Rœmer. — Note on the genus *Caunopora* of Phillips, 343.

W. Davies. — On the Bones of the *Lynx* from Teesdale, 346.

Harris Teall. — Influence of Earth Movements on the Structure on the British Islands, 349.

J. Croll. — Aqueous Vapour in relation to perpetual Snow, 357.

A. Champernowne. — Upper Devonian in Derbyshire, 359.

Godfrey. — Association of Stibnite and Cinnabar in mineral Deposits, 369.

Mellard Reade. — Oceans and Continents, 385.

Bonney. — Pebbles in the Bunter Beds of Staffordshire, 404.

H. Howorth. — The Mammoth in Siberia, 408, 491.

W. Keeping. — On the Pebbles of the Upper Neocomian of the South-East of England, 414.

Rupert Jones. — On a Well lately sunk at Wokingham, 421.

E.-T. Newton. — Notes on the Vertebrata of the Preglacial Forest-Bed Series of the East of England, 424, 447.

C.-T. Clough. — The Whin Skill of Teesdale, 433.

E.-B. Tawney. — North Wales Rocks, 452.

T. Thoroddsen. — Volcanic eruptions and Earth-quakes in Iceland within Historic Times, 458.

H. Hicks. — Precambrian Rocks, 488.

G.-R. Vine. — On the Carboniferous Polyzoa, 501.

R.-J. Ussher. — On the Caves and *Kitchen-Midden* at Carrigagower, 512.

— Geologists' Association. Proceedings of the —, t. VI, n° 7, juillet 1880.

A. Taylor. — On the Origin and Petrology of the Salisbury Crags, Edimburg, 353.

— Royal Society. Proceedings of the —, t. XXIX, n^{os} 197-199, juin à décembre 1879.

W. King. — On the Origin of Mineral, Structural and Chemical Characters of Ophites and related Rocks, 214.

— — Id., t. XXX, n^{os} 200-205, déc. 1879, juin 1880.

Ettinghausen. — Report on the Phyto-Palœontological Investigations of the fossil Flora of Alum Bay, 228.

Owen.— Description of some Remains of the Gigantic Land-Lizard (*Megalania prisca*) from Australia, 304.

A.-H. Everett. — Report on the Exploration of the Caves of Borneo, 310.

W.-C. Williamson. — On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures, 550.

O. Heer. — On the miocene plants discovered on the Mackensie River, 560.

— — Philosophical relations of the —, t. CLXX, n^{os} 1 et 2, 1879-1880.

Prestwich. — On the Origin of the Parallel Roads of Lochaber, and their Bearing on other Phenomena of the Glacial Period, 663.

— — Id., t. CLXXI, n° 1, 1880.

— Geological Society. The Quarterly Journal of the —, t. XXXVI, n° 143, août 1880.

J.-W. Davis. — On the genus *Pleuracanthus*, Agas, 321.

Hill et Bonney.— On the Precarboniferous Rocks of Charnwood Forest, 337.

Gwyn Jeffreys. — On the Occurrence of marine Shells of existing Species at different heights above the present level of the Sea, 351.

G.-R. Vine. — On the Diastoporidœ, 356.

W.-J. Sollas. — On the Genus *Protospongia*, 362.

G. Hinde. — On Annelid Jaws from the Wenlock and Ludlow formations of the West of England, 368.

W. Boyd Dawkins. — On the classification of the tertiary Period by means of Mammalia, 379.

H.-G. Seeley. — On *Psephophorus polygonus*, von Meyer, 406.

Owen. — On an Anomodont Reptile (*Platypodosaurus robustus*) from the Trias of Graaf Reynet, S. Africa, 414.

G. Blencowe. — On certain Geological Facts witnessed in Natal and the Border Countries, 426.

Prestwich. — On the Occurrence of a New Species of *Iguanodon* in the Kimmeridge clay at Cumnor Hurst, near Oxford, 430.

J.-W. — On *Iguanodon Prestwichii*, 433.

Dublin. Royal Irish Academy. Proceedings of the —, t. II, n° 1, nov. 1879; t. III, n° 4, avril 1880.

— — The transactions of the —, t. XXVI.

J.-P. O'Reilly. — Explanatory Notes and discussion of the Nature of the Prismatic forms of a group of Columnar Basalts, Giant's Causeway.

— — Id., Irish manuscript series, n° 1.

— — Cunningham memoirs, n° 1.

Edinburgh. Geological Society. Transactions of the —, t. III, n° 3.

A. Taylor. — On the Crag structure on Southern Slopes of Queen's Park, 279.
J. Young. — On Scottish Carboniferous Microzoa, 299.
H.-M. Cadell. — On the Volcanic Rocks of the Borrowstounnes Coalfield, 304.
J. Melvin. — On the Evidence the vegetable Soil affords as to Geological Time, 326.
T.-D. Wallace. — On the Geology of Rathven and Enzie, 331.
J. Henderson. — On some recently discovered fossiliferous Beds in the Pentlands, 353.

Espagne. Madrid. Comision del Mapa geologico de España. Boletin de la —, t. VII, n° 1.

Lucas Mallada. — Reconocimiento geologico de la Provincia de Cordoba.
J. Garcia del Castillo. — Nota geologica referente a la isla de Teneriffe.
L.-M. Vidal et E. Molina. — Resena fisica y geologica de las islas Ibiza y Formentera.
Ch. Barrois. — Formacion cretacea de la provincia de Oviedo.
H. Hermite. — Nota acerca de la posicion que ocupan en la isla de Mallorca las *Terebratula diphya* y *T. janitor.*

— Revista de los Progresos de las Ciencias exactas, fisicas, y naturales, t. XXI, n° 3 et 4.

Etats-Unis. Cambridge. Museum of comparative Zoology. Bulletin of the —. Geological series, n° 1.

E. Wadsworth. — Notes on the geology of the Iron and Copper districts of Lake superior.

Indianopolis. First annual report of the department of Statistics and Geology of the state of Indiana, 1879.

Newhaven. American Journal of Science (The), 3e série, t. XX, nos 115-118, juillet-octobre 1880.

J.-D. Dana. — Geological relations of the limestone Belts of Westchester County, New-York, 21, 194.
S.-P. Langley. — Observations on Mount Etna, 33.
C.-U. Shepard. — Mineralogical notices, 54.
J.-M. Stillman. — Bernardinite : its nature and origin, 93.
G.-J. Brush and E.-S. Dana. — Crystallized Danburite from Russel, Saint-Lawrence County, New York, 111.

J.-H. Whiteaves. — New Species of *Pterichtys*, allied to *Pothriolepis ornata*, 132.

J.-L. Smith. — New meteoric mineral (Peckhamite) and some additionnal facts in connection with the fall of Meteorites in Iowa, 136.

C.-D. Walcott.— Permian and other Palœozoic groups of the Kanab Valley, Arizona, 221.

O.-C. Marsh. — Notice of Jurassic Mammals representing two new Orders, 235.

G.-J. Brush and E.-S. Dana. — Mineral Locality at Branchville, Connecticut. Spodumene and the results of its alteration, 257.

A. Agassiz. — Palœontological and Embryological Development, 294.

Inde. Geological Survey of —. Records of the —, t. XII, n^os^ 2 et 3, 1879.

H.-B. Medlicott. — Note on the Mohpani Coalfield, 95.

F.-R. Mallet. — On Pyrosulite with Psilomelane occuring at Gosalpur, Jabalpur District, 99.

A.-B. Wynne. — A Geological Reconnaissance from the Indus at Kushalgarh to the Kurram at Thal on the Affghan frontier, 100. — Further notes on the geology of the Upper Pundjab, 114.

R. Bruce Foote. — On the Geological Features of the northern part of Madura District, the Pudukotai State and the Southern parts of the Tanjore and Trichinopoly Districts included within the limits of sheet 80 of the Indian Atlas, 141. — Rough notes on the Cretaceous fossils from Trichinopoly District, collected in 1877-78, 159.

O. Feistmantel. — Note on the genus *Sphenophyllum* and other Equisetaceæ with reference to the Indian form *Trizygia speciosa*, Royle, (*Sphenophyllum Trizygia*, Unger), 163.

F. R. Mallet. — On Mysorin and Atacamite from the Nellore district, 166. — On Corundum from the Khasi Hills, 172.

G. J. Nicholls. — Note on the Joga Neighbourhood and old mines on the Nerbudda, 173.

— — Memoirs of the —, t. XVI, n° 1.

Foote. — Geological structure of the Eastern coast from latitude 15° to Masulipatam.

— — Id., sér. II.

Ot. Feistmantel. — Outliers on the Madras Coast. (Fossil flora of the upper Gondwanas).

— — Id., sér. XIII.

W. Waagen. — Salt-range fossils. Productus-limestone fossils. Pisces-Cephalopoda.

— — Id., sér. XIV.

M. Duncan. — Sind fossil corals and Alcyonaria. (Tertiary and Upper cretaceous fauna of Western India).

Indes Néerlandaises. Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie, n° 1 ; 1880.

J. A. Huguenin. — Verslag van het Onderzoek naar kolenafzettingen in de preanger, Regentschappen, 3.

O. Heer. — Ueber fossil pflanzen von Sumatra, 135. — Beitræge zur fossilen flora von Sumatra, 169.

H. Woodward. — Notes on a collection of fossil shells etc. from Sumatra. 203.

Italie. Rome. Bullettino del Vulcanismo italiano, 6e année, nos 4-12, 1879; 7e année, nos 3-6.

— R. Accademia dei Lincei. Atti della —, 3e sér., t. III, no 7; juin 1879.

Capellini. — Gli strati a *Congerie* e le marne compatte mioceniche dei dintorni di Ancona, 64. — Balenottera fossile delle Colombaje presso Volterra, 138.

Cossa. — Sul feldispato corindonifero del Biellese, 229.

Capellini. Sulla scoperta dell'ambra rossastra a Merlano presso Savigno nel Bolognese, 248.

Pise. Societa Toscana di Scienze naturali. Atti della —, t. IV, no 1 1879.

A. Manzoni e G. Mazzetti. — Le spugne fossili di Montese, 57.

R. Lawley. — Resti fossili della selache trovati a Ricava presso Santa Luce, 105.

C. J. Forsyth Major. — Alcune parole sullo *Sphœrodus cinctus* di Lawley, 110.

G. Meneghini. — Descrizione dei nuovi Cefalopodi titonici di Monte Primo e di Sanvicino, 131.

A. d'Achiardi. — Nuova specie di *Trochocyathus* nella calcaria titonica di Monte Primo presso Camerino nell'Appennino centrale, 139.

— — Id., Processi verbali, t. II, séances de mai-novembre 1879.

C. de Stefani. — Repliche ad alcune osservazioni emesse dal de Bosniaki nell'adunanza del 12 gennaio 1879, XCI.

A. d'Achiardi et A. Funaro. — Su di alcune particolarita di certi Feldispati della Calabria, XCIV.

G. Grattarola. — Studi cristallografici, ottici e chimici sopra alcuni minerali, XCVI.

Forsyth Major. — Cervi pliocenici del Val d'Arno superiore, C.

G. Meneghini. — Fossili tittoniani di Lombardia, CIV.

S. de Boniaski. — Cenni sopra l'ordinamento cronologico degli strati terziarii superiori nei Monti Livornesi. Nuovi pesci fossili della formatione gessossa, CXIV.

R. Lawley. — Nuovi denti fossili di *Notidanus* reperiti ad Orciano Pisano, CXXI.

G. Baraldi. — Placche coriali ossificate, CXXII.

De Stefani. — Origine delle Paludi postplioceniche ed attuali della Toscana e dell Umbria, CXXVII.

D. Pantanelli. — Nuova miniera di antimonio nella provincia di Siena, 4. — Sui travertini della provincia di Siena, 4.

G. Grattarola. — Orizite e Pseudonatrolite, due nuove specie del sottordine delle Zeoliti, 7.

F. Sansoni. — Le Zeoliti del Granita di Monte Pastello nella prov. di Verona, 11.

De Bosniaski. — Nuove scoperte paleontologiche, 13.

Turin. R. Accademia delle Scienze di —. Atti della —, vol. XIV, n^{os} 4-7 ; mars-juin 1879.

Pozzi. — Sopra alcune varieta di Protogino del Monte Bianco. 952.

— — Memorie della —, 2^e sér., t. XXX.

Pays-Bas. Harlem. Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, t. XV, n^{os} 1 et 2 ; 1880.

J. A. Roorda Smit. — Les mines de diamant de l'Afrique Australe, 61.

Russie. Saint-Pétersbourg. Académie Imp. des Sciences de —. Bulletin de l' —, t. XXVI, n^{os} 1-8.

— — Mémoires de l' —, t. XXVII, n° 6 ; 1880.

Moscou. Société Imp. des Naturalistes de —. Bulletin de la — ; 1880, n° 1.

Kiprijanoff. — Ueber fossile fische des Moscauer Gouvernements, 1.

W. H. Twelvetrees. — On a *Labyrinthodont* Skull, from the Upper Permian Cupriferous Strata of Kargalinsk near Orenburg, 117. — On Theriodont humeri from the upper Permian Copperbearing sandstones of Kargalinsk near Orenburg, 123.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 8 Novembre au 20 Décembre 1880

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italique.*)

Acconci (*Luigi*). Di una caverna fossilifera scoperta a Cucigliana, in-8°, 60 p., 4 pl.; Pise, 1880.

Achiardi (*A. d'*). Coralli Giurassici dell'Italia settentrionale, in-8°, 78 p., 4 pl.; Pise, 1880.

Allen (*J. A.*). History of north American Pinnipeds, in-8°, 785 p.; Washington, 1880 (U. S. G. and G. Survey of the Territories).

Angelin (*N. P.*). Fragmenta silurica e dono Caroli Henrici Wegelin, in-4°, 60 p., 20 pl.; Stockholm, 1880.

Barrois (*Ch.*). Sur le terrain Silurien supérieur de la presqu'île de Crozon, in-8°, 13 p. Ext. des Annales de la Société Géologique du Nord, t. VIII (séance du 21 juillet 1880).

Begouen (*le Cte*). La création évolutive, in-8°, 59 p.; Toulouse, 1879.

Brongniart (Ad.). Recherches sur les graines fossiles silicifiées, in-4°, 93 p., 21 pl.; Paris, Imprimerie Nationale, 1881 (*Don de la famille Brongniart*).

Burtin (F. X.). Oryctographie de Bruxelles, in-folio, 152 p. 23 pl.; Bruxelles, 1784 (*Don de M. de Laubrière*).

Canavari (*M.*). La Montagna del Suavicino, in-8°, 32 p., 1 pl.; 18..

Coales (*David*). Notice of the Designs, Models and Works pertaining to the services of the « Ponts et Chaussées », the Mines, etc., at the Melbourne universal Exhibition, in-8°, 595 p.; Paris, Imprimerie Nationale, 1880 (Texte anglais).

— Le même, texte français.

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Levé géologique des Feuilles XVI, n° 5 (Lierre), XXIV, n° 1 (Putte), n° 2 (Heyst-op-den-Berg), par Van Ertborn et P. Cogels.

— Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Lierre, de Putte, de Heyst-op-den-Berg, de Boisschott par Van Ertborn et P. Cogels, in-8° ; Bruxelles, 1880.

Cotteau. Considérations stratigraphiques et paléontologiques sur les Echinides de l'étage Cénomanien de l'Algérie, in-8°, 6 p. (Ext. de l'Ass. française, Congrès de Montpellier, 1879).

— Congrès des Sociétés savantes des départements à la Sorbonne, in-8°, 14 p. ; Auxerre, 1880.

— Catalogue des Echinides jurassiques de Normandie, in-8°, 34 p., 2 pl. (Ext. des Mém. de la Soc. Géol. de Normandie).

— Sur les Echinides des terrains tertiaires de la Belgique, in-4°, 3 p. (Ext. des Comptes rendus Ac. Sciences, 19 juillet 1880).

— Paléontologie française. Echinodermes réguliers, Livr. 44, nos 1 à 3. Terrain jurassique (*Comité de la Pal. française*).

Davidson (*Th.*). Liste des principaux Ouvrages, etc., sur les Brachiopodes, in-8°, 54 p. ; Bruxelles, 1880.

Defrance. Tableau des Corps organisés fossiles, in-8°, 130 p. ; Paris, 1824 (*Don de M. de Laubrière*).

Delage. Etude des couches rencontrées dans le parcours du chemin de fer d'Avranches à Lamballe, in-8°, 107 p., 4 pl. ; Morlaix, 1880.

Delbos (*J.*). Notice sur la découverte de squelettes humains dans le lehm de Bollwiller (Haut-Rhin), in-8°, 28 p., 1 pl. (Ext. de la Revue d'Anthropologie).

Geologischen Specialkarte des Konigreichs Sachsen. Erlauterungen zur —.

A. Pencke. — Section Grimma, n° 28.
K. Dalmer, A. Rothpletz und Lehmann. — Section Langenleuba, n° 75.
F. Schalchund, A. Sauer. — Section Zzchopau, n° 115.

Gümbel. Geognostiche Mittheilungen aus den Alpen, in-8°, 81 p.

Guyot (*A.*). On the physical structure and Hypsometry of the Castkill Mountain Region, in-8°, 22 p., 2 pl. (Ext. de l'American Journal, t. XIX, juin 1880).

— Map of the Castkill Mountains, in-folio, 1879.

Hébert. Recherches sur la craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées, in-8°, 6 p. (Ext. des Comptes rendus Ac. Sciences, 8 nov. 1880).

— Sur la base du grès bigarré, in-8°, 2 p. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. V, p. 768, 1877).

— Remarques sur quelques fossiles de la craie du Nord de l'Europe, in-8°, 10 p. (Ext. du Bul. de la Soc. Géol. de France, 3e série, t. VI, p. 317, 1878).

— Observations sur le terrain quaternaire, in-8°, 4 p. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. V, p. 742, 1877).

Jannettaz, Fontenay, Vanderheym et A. Coutance. Diamant et pierres précieuses, in-8°, 580 p. ; Paris, chez Rotschild, 1881.

Loretz. Uber Schieferung, in-8°, 55 p. ; Frankfurt, 1880.

Newberry. The genesis of the Ores of Iron, in-8°, 17 p. ; New-York, 1880.

Royer (*Mme Clémence*). Mémoires sur l'origine des Aryas et leurs migrations, in-8°, 32 p. ; Paris, Imprimerie Nationale, 1880.

— Des rapports des proportions du crâne avec celles du corps, in-8°, 15 p. Paris, Imprimerie Nationale, 1880.

Scarabelli Gomi Flaminj. Descrizione della carta geologica del versante settentrionale dell'Appennino fra il Montone e la foglia, in-folio, 116 p., 1 carte. Forli, 1880.

Scudder (*S. H.*). The Devonian Insects of New Brunswick, in-4°, 41 p., 1 pl. Boston, 1880.

Steinmann (*G*). Die Foraminiferengattung *Nummoloculina*, n. g., in-8°, 12 p., 1 pl. Stutgart, 1881.

Tedeschi (*V.*). Guide de l'Etna, in-12, 104 p. Rome, 1880.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Annales des Mines, 3e série, t. XVIII, n° 4.

E. Boutan. — Note sur la constitution géologique de l'isthme de Panama, 5.

G. Rolland. — Mission transaharienne de Laghouat, El Goleah, Ouargia, Biskra, 152.

— Annales des Sciences Géologiques, t. XI, n° 2.

H. Filhol. — Mammifères fossiles de l'Allier.

— Club Alpin Français, Bulletin trimestriel, 3e trimestre 1880.

— La Nature, Revue des Sciences, 8e année, n° 387-394.

Stanislas Meunier. — Les Forêts fossiles, 33.

— Société d'Anthropologie. Bulletin de la —, 3e série, t. III, n° 3, avril à juillet 1880.

— Société botanique de France, t. XXVII, n° 4, et Revue bibliographique, 1880.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, juillet-août 1880.

L. Bert. — Récents phénomènes volcaniques observés à l'île Dominique (Antilles anglaises), 69.

Daubrée. — Examen des poussières volcaniques tombées le 4 janvier 1880, à la Dominique, et de l'eau qui les accompagnait, 72.

— Société Zoologique de France. Bulletin de la —, 5e année, 1880, nos 1 et 2.

Auxerre. Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, 34ᵉ volume, 1880.

Lyon. Société des Sciences Industrielles de —. Annales de la —. 1880.

Rouen. Société des Amis des Sciences naturelles de —. Bulletin de la —, 2ᵉ série, quinzième année, 2ᵉ semestre, 1879.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Comptes rendus mensuels, oct.-nov. 1880.

Toulouse. Société académique Hispano-Portugaise de — 1880, tome I, nº 3.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXIII, nºˢ 8 et 9, août-sept. 1880.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsberich der K. P. —, juillet-août 1880.

Bonn. Naturhistorischen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westfalens. Verhandlungen des —, 36ᵉ volume, nº 2.

W. Trenkner. — Palœontologisch-geognostiche Nachtræge, Verhdl., 143.

H. von Dechen. — Geognostiche Beschreibung des Fichtelgebirges mit den Frankenwalde und dem Westlichen Vorlande, C. Bl., 39.

Hosius. — Flora der Westfælichen Kreideformation, 65.

G. Schwarze. — Die fossilen Hirscharten vom Unkelstein, C. Bl., 103.

Schlueter. — Ueber *Lepidospongia rugosa*, Sitz, 290. — Ueber neue devonische Korallen aus der Gruppe der *Zoantharia rugosa*, Sitz, 402.

Schmitz. — Ueber *Cardiocarpus* aus der Steinkohlen, — formation von Saarbrucken, Sitz., 292.

Andræ. — Ueber die systematische Stellung der Gattung *Sphenophyllum*, Sitz, 293.

— — Id., 37ᵉ volume, nº 1.

Schaaffhausen. — Ueber ein am Main bei Seligenstadt in der Næhe eines Braunkohlen lagers gefundenes menschliches Skelet, Sitz, 25. — Ueber den Fund von *Iguanodon* in dem Kohlenbergwerk von Bernisart, Sitz, 26.

Gotha. Geographischer Anstalt. Mittheilungen aus *Justus Perthes'*, t. 26, 1880, nºˢ 10 et 11.

— — Id., Ergænzungsheft, nº 63.

H. Mohn. — Die Norwegische Nordmeer-Expedition.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société Industrielle de —. Bulletin de la —. Août-oct. 1880.

Autriche-Hongrie. Vienne. Bergakademien zu Leoben und Pribram. Berg und Huttenmannisches Jahrbuch der —, t. XXVIII, nº 3.

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —, nº 14, 31 octobre 1880.

R. Hœrnes. — Das Auftreten der Gattung *Terebra* in den Ablagerungen der erstern und zweiten miocanen Mediterranean Stufe der Osterreichisch-Ungarischen Monarchie, 246.

E. Tietze. — Die Gegend von Rospucie in Galicien, 255.

F. Teller. — Verbreitung und Lagerung der Diorite in der Umgebung von Klausen und Lüsen, 261.

V. Hilber. — Reiseberichte aus Ostgalizien, 264.

États-Unis. Cambridge. Annual report of the Curator of the Museum of Comparative Zoology for 1879-80.

Newhaven. American Journal of Science (The), t. XX, nºs 119-120.

J. Dana. — Geological Relations of the Limestone belts of Westchester County, 359-450.

A. Ag. Paleontological and Embryological Development, 375.

Dawson. — Revision of the Land Snails of the palœozoic era with descriptions of new Species, 403.

Barton. — Extension of the Carboniferous formation in Massachussets, 416.

H. S. Williams. — Abstract of some Palœontological studies of the Life History of *Spirifer lœvis*, 456.

Philadelphie. Academy of Natural Sciences of —. Proceedings of the —. Nº 2, avril-sept. 1880.

Vogdes (A. W.). — Description of a new Crustacean from the Upper Silurian of Georgia with remarks upon *Calymene Clintoni*, 176.

Rand (Th.). Serpentine belts of Radnor Township, Delaware Co., 225.

Washington. Geological and Geographical Survey of the Territories, t. V, nº 4.

Elliot Coues. Third Instalment of American Ornithological Bibliography, 521.

Grande-Bretagne. Londres. Geological Magazine (The), nº 198, décade II, t. VII, nº 12, Décembre 1880.

W.-H. Hudleston. Contributions to the Palœontology of the Yorkshire Oolites, 529.

T.-G. Bonney. On some Serpentines from the Rhœtian Alps, 538.

R. Bruce Foote. Notes on the Occurrence of Stone implements in the coast Laterite South of Madras, 542.

Liversidge. — Analysis of Moa Egg-shell, 546.

Clement Reid. — Classification of the Pliocene and Pleistocene beds, 548.

H.-H. Howorth. The Mammoth in Siberia, 550.

— Geological Society. The Quarterly Journal of the —, t. XXXVI, nº 4, novembre 1880.

S. V. Wood. On the Newer Pliocene period in England, 457.

J. Nolan. On the Old red Sandstone of the North of Ireland, 529.

C. Callaway. On a second Precambrian group in the Malvern Hills, 536.

W.-H. Twelwetrees. On a new Theriodont Reptile (*Cliorhizodon orenburgensis*)

from the Upper Permian Cupriferous Sandstones of Kargalinsk near Orenburg in South-eastern Russia, 540.

F.-C.-J. Spurrell. On a discovery of the place where palæolithic implements were made at Crayfort, 544.

P.-H. Carpenter. On some new Cretaceous Comatulæ, 549.

J.-W. Kirkby. On the zones of Marine fossils in the Calciferous Sandstones Series of Fife, 559.

J.-E. Marr. On the Predevonian Rocks of Bohemia, 591.

A.-H. Stokes. On the Coal found in Süderöe, Faröe Islands, 620.

Seeley. On the Cranial Characters of a large Teleosaur from the Whitby Lias, 627. — On the Skull of an *Ichthyosaurus* from the Lias of Whitby, apparently indicating a new Species, 635.

Peach and Horne. On the Glaciation of the Orkney Islands, 648.

Dublin. Royal Dublin Society. The scientific proceedings of the —, New series, t. I, nos 1-3, 1877-78.

Edw. Hull. On the origin and geological age of « the Scalp » on the borders of Wicklow and Dublin, 11.

Jackson Moss. On a Specimen of Quartz with pearl-lustre, 49.

E.-T. Hardman. On the Barytes Mines near Bantry, 121.

Feil and Fremy. On the artificial Production of minerals and Precious Stones, 127.

Maxwell Close. On the Physical Geology of the Neighbourood of Dublin, 133.

W. Hellier Bailey. On the Palæontology of the County of Dublin, 162.

S. Haugton. On the Mineralogy of the Counties of Dublin and Wicklow, 183.

— — Id., New Series. t. II, nos 1-6, 1878-80.

A. Von Lasaulx. On the Trydimite-Quartz-Trachyte of Tardree Mountain, and on the Olivine-Gabbro of the Carlingford Mountains, 25.

A. Leith Adams. On the recent and extinct Irish Mammals, 45.

V. Ball. On Stilbite from veins in Metamorphic (Gneiss) Rocks in Western Bengal, 121.

J. Emerson Reynolds. On an artificial Mineral produced in the Manufacture of Basic bricks at Blaenavon, Monmouthshire, 123.

Edw. Hull. On the Occurrence of Crystals of Salt (Chloride of Sodium) in Chert from the Carboniferous Limestone, 129. — Note on a new Geological Map of Ireland, 133.

G.-H. Kinahan. The old red sandstone (so-called) of Ireland in its relations to the Underlying and Overlying Strata, 135. — Cambro-Silurian and Silurian Rocks of the Southern and the Western parts of Ireland, 143.

R.-J. Ussher and Prof. Leith Adams. Note on the Discovery in Ireland of a bone Cave containing Remains of the Irish Elk, apparently coexistent with Man, 234.

J.-P. O'Reilly. On the Occurrence of Microline Feldspar in the Dalkey Granites, 246.

Mellard Reade. A Problem for Irish Geologists in Post-Glacial Geology, 255.

V. Ball. On Spheroidal jointing in Metamorphic Rocks in India and elsewhere, producing a structure resembling Glacial « Roches Moutonnées », 341. — On the evidence in favour of the belief in the existence of Floating Ice in India during the deposition of the Talchir (Permian or Permio-Triassic) Rocks, 430. — On the

Coal fields and Coal Production of India, 496. — On the mode of Occurrence and Distribution of Gold in India, 524.

— — The scientifical transactions of the — New Series, t. I, nos 1-12, 1877-80.

Edw. Hull. On the nature and Origin of the Beds of Chert in the Upper Limestone of Ireland, 71. — On the relations of the Carboniferous, Devonian and Upper Silurian Rocks of the South of Ireland to those of North Devon, 135.

— — Id. New series, t. II, nº 1, 1880.

Glasgow. Geological Society of —. Transactions of the —, t. VI, nº 1, 1879.

R. Craig. On the fossils of the Upper series of the lower Carboniferous Limestone, in the Beith and Dalry Districts of North Ayrshire, 1.

Th. King. Description of a dry River bed in North Chile, 18.

D. Robertson. On the Presence of Hermit Crabs in the Post-tertiary Clays of the Clyde Basin, 23. — On the post Tertiary fossiliferous beds at the New Gas Tank, Paisley, 53. — Additions to the list of Polyzoa of Garvel Park Post-tertiary Deposit, 57.

A. Pratt. Note on Crinoïd from Inverteil, Fifeshire, 25. — Scottish Trap Rocks and their structure under the Microscope, 58.

John Young. Remarks on Prof. Hull's proposed triple division of the Carboniferous strata, 26. — Note on the limestone strata of the district around Glasgow, 29. — A new Scottish Mineral (Bowlingite), 63.

W. Thomson. The internal condition of the Earth; as to Temperature, Fluidity and Rigidity, 38.

James Stewart. On the Discovery of Whale Remains in the Clays of the Carse of Stirling, 49.

James Dairon. On Retiolites, 51.

Lauder Lindsay. Australian Gold-Quartz in Scotland, 68.

David Corse Glen. Notes on the varieties of Trap rocks found on the Coast of Ayrshire, near Largs, 72.

Ch. Lapworth. Recent Discoveries among the Silurians of South Scotland, 78.

John-R.-S. Hunter. Craignethan and its vicinity, 84.

James Thomson. On the Jointed Prismatic structure in Basaltic Rocks, 95.

Italie. Pise. Societa toscana di Scienze naturali. Atti della —, t. IV, nº 2, 1880.

M. Canavari. Sui fossili del lias inferiore nell' Appennino centrale, 141.

R. Lawley. Nuovi denti fossili di *Notidanus* rinvenuti ad Orciano Pisano, 195.

G. Grattarola. Orizite e Pseudonatrolite. Due nuove specie dei sott'ordine delle Zeoliti, 226.

A. d'Achiardi. Coralli giurassici dell'Italia settentrionale, 233.

F. Sansoni. Sulle Zeoliti dell' Isola d'Elba, 311.

A. Manzoni. Echinodermi fossili pliocenici, 327.

G. Meneghini. Fossili oolitici di Monte Pastello nella Provincia di Verona, 336.

Pays-Bas. Amsterdam. Aardrijkskundig Genootschap. Tijdschrift van het —, t. IV, nº 5, 1880.

Russie. Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences de —. Mémoires de l' —, VII^e série, t. XXVII, n° 7.

Leop. V. Schrenck. Der Erste fund einer leiche von *Rhinoceros Merckii*, Jaeg.

— — Id., t. XXVII, n^{os} 8-9.

— — Id., t. XXVII, n° 10.

O. Heer. Nachtraege zur Jura-Flora Sibiriens.

— — Id., t. XVII, n^{os} 11-14.

— — Id., t. XVII, n° 1.

— — Bulletin de l' —. t. XXVI, n° 2.

Moscou. Société Impériale des Naturalistes de —. Année 1880, n° 2.

Suisse. Neufchatel. Société des Sciences naturelles de —. Bulletin de la —, t. XII, n° 1, 1880.

Desor. Lettre à M. Tournouër sur la mer Saharienne, 16.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 20 Décembre 1880 au 21 Février 1881

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italique.*)

Angelin. Palœontologia scandinavica, n° 1, in-4°, 96 p. 42 pl., Stockholm, 1878.

Arcelin. Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, par MM. Falsan et Chantre, in-8° 14 p.; Bruxelles, 1881. (Ext. de la Revue des Questions scientifiques.)

— L'homme pliocène en Californie ; le crâne de Calaveras, in-8°, 11 pl., Bruxelles, 1880. (Ext. de la Revue des Questions scientifiques.)

Baltzer. Der Mechanische contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberland, in-4°, 255 p. avec atlas in-folio de 13 pl. et 1 carte, Berne, 1880. (Don de la *Commission géologique Suisse.*)

Berthelin. Foraminifères du Lias moyen de la Vendée, in-8°, 18 p., 1 pl. (Ext. de Revue et Magasin de Zoologie), Paris, 18...

— Liste des foraminifères recueillis dans la baie de Bourgneuf et à Pornichet, in-8°, 55 p., Nantes, 18...

Canavari (M.) I Brachiopodi degli strati a *Terebratula Aspasia*, Mengh., nell'Appennino centrale, in-4°, 34 p., 4 pl.; Rome, 1880. (Ext. de R. Accad. dei Lincei).

Carte géologique détaillée de la France. Feuilles 50, Châlons; 67, Arcis; 113, Gray; 137, Châlon-sur-Saône; $\frac{1}{80,000}$ in-folio.

Cotteau. Description des Échinides tertiaires de la Belgique, in-4°, 90 p., 6 pl., Bruxelles, 1880. (Ext. des Mémoires de l'Acad. R. de Belgique.)

Commission de la Carte Géologique de la Belgique. Feuille XXIV, n° 3, Boisschot, et n° 7, Aerschot, in-folio, $\frac{1}{20,000}$.

Davidson. On genera and species of spiral-bearing Brachiopoda, in-8°, 13 p. (Ext. de Geological Magazine, janv. 1881).

— Zoology of the voyage of H. M. S. Challenger. Part. 1 ; Report on the Brachiopoda, in-4; 67 p., 4 pl.; Londres, 1880.

Davy. Notice géologique sur l'arrondissement de Segré (Maine-et-Loire) et particulièrement sur les gisements de minerais de fer de ce pays, in-8°, 101 p., 4 pl. ; Saint-Etienne, 1880. (Ext. du Bull. de la Soc. de l'Industrie minérale).

Eisenach. Uebersicht der bisher in der Umgegend von Cassel beobachteten Pilze, in-8°, 36 p.; Cassel, 1878.

Geologische Specialkarte des Konigreichs Sachsen. Section Zschopau; Section Langenleuba.

Kessler. Die Lebensgeschichte der auf *Ulmus campestris*, L., Vorkommenden Aphiden-Arten, in-8°, 25 p.; Cassel, 1878.

King (*W.*) Preliminary notice of a memoir on Rock-jointing in its relation to phenomena in physical geography and physical geology, in-8°, 6 p.; Dublin, 1880. (Ext. des Proceedings of the R. Irish Academy).

Matheron (*Ph.*) Recherches paléontologiques dans le Midi de la France, livr. 7, 6 pl. in-folio; Marseille, 1880.

Mojsisovics. Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der Lombardischen Alpen, in-4°, 23 p. (Ext. du Jahrbuch der K. K. Geol. Reichsanstalt, 1880).

Nicholson. On some new or imperfectly known species of corals from the devonian Rocks of France, in-8°, 24 p., 1 pl. (Ext. de Annals and Magazine of Nat. History, janv. 1881).

Omboni. Denti di ippopotamo da aggiungersi alla fauna fossile del Veneto, in-4°, 8 p., 1 pl.; Venise, 1880.

O'Reilly. On the directions of main lines of jointing observable in the rocks about the bay of Dublin, in-8°, 18 p.; Dublin, 1880.

— On the correlation of lines of direction on the Earth's surface, in-8°, 30 p.; Dublin, 1879. (Ext. de Trans. Irish Academy).

— Explanatory Notes and discussion of the nature of the prismatic forms of a group of Columnar Basalts, Giant's Causeway, in-4°, 94 p.; Dublin, 1879. (Ext. des Trans. of R. Irish. Academy).

Pirona. Sopra una particolare modificazione dell apparato cardinale in un ippurite, in-4°, 6 p. 1 pl.; Venise, 1880.

Renault. Cours de botanique fossile fait au Muséum d'histoire naturelle, 1re année, in-8°, 176 p., 21 pl.; Paris, 1881.

Renevier. Deuxième compte rendu de la commission géologique internationale pour l'unification des procédés graphiques, in-8°, 36 p.; Lausanne, 1881.

Riehl. Verzeichniss der bei Cassel in einem Umkreise von Ungefähr drei Meilen aufgefundenen Coleopteren, in-8°, 40 p.; Cassel, 1863.

Rivière. De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton en Italie. in-8°. 6 p. (Ext. de l'Ass. fr. pr. l'Av. des Sc., Congrès de Montpellier, 1879).

— Le Pliocène de Castel d'Appio en Italie; nomenclature des fossiles qu'il renferme, in-8°, 8 p. (Extrait de l'Ass. fr. pr. l'Av. des Sc., Congrès de Montpellier, 1879).

Scudder. Geography of North America, in-8°, 31 p.; Cambridge, 18...

— Insects from the tertiary beds of the Nicola and Similkameen rivers, British Columbia, in-8°, 11 p. (Ext. from Report of progress for 1877, Geol. Survey of Canada).

Sorokynine. Matériaux pour l'étude de la géologie du Caucase (en russe), 2 vol. in-8°, 294 p., 3 pl., 1879-80.

Taramelli. Il canton ticino méridionale ed i paesi finitimi, in-4°, 30 p.: Berne, 1880. (*Matériaux pour la carte géologique de Suisse.*)

Tournaire. Carte géologique du département de la Haute-Loire, in-folio, $\frac{1}{80.000}$ 4 feuilles et une feuille de coupes, 1880.

Virlet d'Aoust. Action de l'homme sur la surface du globe. Véritables causes des désastres produits par les inondations, in-8°, 8 p.: Paris, 1880.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes rendus de l'— t. XCI, nos 20 à 26, 15 Nov. — 27 Déc. 1880.

G. Lechartier. — Sur la présence du phosphore dans les roches de Bretagne, 820.

Renault. — Sur une nouvelle espèce de *Poroxylon*, 860.

J. Roche. — Sur la Géologie du Sahara septentrional, 890.

Daubrée. — Eruption à la Dominique (Antilles), 949.

Dieulafait. — Serpentine de la Corse, 1000.

Hébert. — Observations sur la Communication précédente, 1003.

Stan. Meunier. — Examen de la faune marine des sables supérieurs de Pierrefitte près Etampes, 1096.

G. Dollfus. — Sur l'âge du soulèvement du pays de Bray, 1097.

Gorceix. — Sur les schistes cristallins du Brésil et les terres rouges qui les recouvrent, 1099.

— — Id., t. XCII, nos 1 à 7, 3 Janvier — 14 février 1881.

Green. — Nouvelle éruption du Mauna-Loa (Iles Hawaï), 48.

Daubrée. — Production contemporaine du soufre natif dans le sous-sol de Paris, 101. — Examen de matériaux provenant de quelques *fortsvitrifiés* de la France, 269.

De Molon. — Etude sur les tourbes des terrains cristallisés du Finistère, 139.

Studer. — Le contact mécanique du gneiss et du calcaire dans l'Oberland bernois, observé par M. A. Baltzer. 169.

Colladon. — Tremblement de terre ressenti en Suisse le 27 janvier 1881, 336.

Fouqué et Michel-Lévy. — Reproduction artificielle des basaltes, 367.

— Annales des Mines, 7e sér., t. XVIII, 1880, n° 5.

— La Nature, revue des Sciences, n^{os} 395 à 400, 402, 403, décembre 1880, janvier-février 1881.

— Revue de Géologie par *Delesse* et *de Lapparent*, t. XVI.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, septembre-novembre 1880.

— Société botanique de France. Bulletin de la —, 2^{e} sér., t. XXVII, n° 5, 1880.

— Société zoologique de France. Bulletin de la —, 1880, n^{os} 3 et 4, mars-juillet.

Amiens. Société Linnéenne du Nord de la France. Bulletin mensuel, t. V, 1er juin 1880.

Evreux. Société libre d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de l'Eure. Recueil des travaux de la —; 4^{e} sér., t. IV, 1878-79.

Le Havre. Bulletin de la Société Géologique de Normandie, t. VI, 1879.

Résumés, études et mémoires sur la géologie normande.

Rouen. Société des Amis des Sciences naturelles de —, 2^{e} sér., 16^{e} année, 1er semestre 1880.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale. Bulletin de la —, 2^{e} sér., t. IX, n° 3, 1880 avec atlas de 10 pl.

L' P. Davy. — Etude géologique de l'arrondissement de Segré, 537.

— — Comptes rendus mensuels, Décembre 1880. Janvier 1881.

Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de —, 8^{e} sér., t. II, n° 2, 1880.

— Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme par M. *E. Cartailhac*, 2^{e} sér., t. XI, n^{os} 8 à 12. 1880; t. XII, n° 1, 1881.

Valenciennes. Société d'agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXXIII, n° 10, octobre 1880.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. P. —, septembre-octobre 1880.

— Geologische Gesellschaft. Zeitschrift der D. —. t. XXXII, n° 3, juillet-septembre 1880.

Rothpletz. — Radiolarien, Diatomaceen und Sphärosomatiten im silurischen kieselschiefer von Langenstriegis in Sachsen, 447.

Nehring. — Uebersicht über vierundzwanzig mitteleuropaische Quartar faunen, 468.

Geinitz. — Der Jura von Dobbertin in Mecklenburg und seine Versteinerungen, 510.

Pfaff. — Einige Beobachtungen über den Lochseitenkalk, 536. — Einige bemerkungen zu Herrn Heim's Aufsatz « Zum Mechanismus der Gebirgsbilnung » 542.

Credner. — Ueber Glacialerscheinungen in Sachsen nebst vergleichenden Vorbemerkungen über den Geschiebemergel, 572.

Branco. — Ueber die Verwandtschaftsverhaltnisse der fossilen Cephalopoden, 596.

Huyssen. — Uebersicht der bisheringen Ergebnisse der vom Preussischen Staate ausgeführten Tiefbohrungen im Norddeutschen Flachland und des bei diesen arbeiten verfolgten Planes, 612.

Jentzsch. Uebersicht der silurischen Geschiebe Ost und Westpreussens, 623.

Breslau. Schlesischen Gesellschaft fur vaterländische Cultur. Siebenund fünfzigster Jahres-bericht der —, 1879.

Von Lasaulx. — Die mineralogische Beschaffenheit der Gnadenfreier Meteorite, 169.

Althans. — Ablagerungen von Schwefel in den Gyps-und Kalksteinschichten bei Pschow und Kokoschutz, 178.

Roemer. — Die Carta geologica de Portugal, 179.

Derselbe. — Mittheilungen über die Gattung *Elasmotherium*, besonders den Schadel derselben von Brandt, 180. — Versteinerungen aus dem unterdevonischen quarzit des Durrberges bei Würbenthal, 181. — Marine conchylien aus dem Kohlengebirge von Königshütte, 181. — Eine Walnuss (*Juglans*) aus dem tertiären Braunkohlenlager der Georg Felixgrube bei Weigersdorf unweit Gœrlitz, 183. — Eine neue devonische Korallengattung aus der Eifel, 184.

Göppert. — Ueber Kohlenbildung auf trockenem Wege bei gewohnlicher temperatur, 186. — Ueber die in der Harnblase des Hechtes sich findenden parasitischen Gebilde 188.

Joseph. — Ueber einige in den Tropfsteingrotten von Krain aufgefunde Urthiere, 195.

Gotha. Geographischer Anstalt. Mittheilungen aus *Justus Perthes'*, t. XXVI, nº 12, 1880 et t. XXVII, nº 1, 1881.

Halle. Vereins für Erdkunde zu —. Mittheilungen des —, 1877, 1878, 1879 et 1880.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, novembre-décembre 1880.

Autriche-Hongrie. Vienne. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte der K. — (Section des Sciences mathématiques), Année 1879, avril, mai, juin, juillet, octobre, novembre, décembre. Année 1880, janvier à juillet.

— — Id., (Section des Sciences naturelles). Année 1879, janvier-décembre.

Niedzwiedzki. — Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkans und in den angrenzenten Gebieten. Zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Westlichen Balkans, LXXIX, 138.

Boué. — Ueber die Oro-Potamo-Limme (Seen) und Lekavegraphie (Becken) des Tertiären der Europaischen Turkei und Winke zur Ausfüllung der Lucken unserer jetzigen geographischen und geognostichen kenntnisse dieser Halbinsel, LXXIX, 261.

Hiller. — Neue conchylien aus den mittelsteierischen Mediterraneen-schichten, LXXIX, 416.

Liebe. — Die fossile fauna der Hœhle Vipustek in Mähren nebst bemerkungen betreffs einiger knochenreste aus der krenzberghœhle in Krain, LXXIX, 472.

Toula. — Geologische Untersuchungen im Westlichen Theile des Balkans und in den angrenzenden Gebietent, LXXXI 188.

Uhlig. — Uber die liasische Brachiopodenfauna von Sospirolo bei Belluno, LXXX, 259.

— — Id., (Section des Sciences naturelles). Année 1880, janvier, avril, juin, juillet.

Fuchs. — Ueber einige tertiäre Echiniden aus Persien, LXXXI, 97.

Boué. — Ueber den ehemaligen und jetzigen Stand der Geologie und Geogenie und die untersuchungen und Methoden in diesen Richtungen, LXXXI, 148.

Burgerstein und Noe. — Geologische Beobachtungen in Süddlichen Calabrien, LXXXI, 154.

Woldrich. — Diluviale fauna von Zuzlawitz bei Winterberg in Bohmerwalde, LXXXII, 7.

Sieber. — Zur kenntniss der Nordbœhmischen Braunkohlenflora, LXXXII, 67.

Bieber. — Ueber zwei neue Batrachier des Bœhmischen Braunkohlenformation, LXXXII, 102.

Hussak. — Beitrage zur kenntniss der Eruptivgesteine der Umgegend von Schemnitz, LXXXII, 164.

— — Register zu den Baenden 76 bis 80 der Sitzungsberichte der K. —; n° IX.

— — Denkschriften der K. — t. XL.

A Bittner. — Der Geologische Bau von Attika, Bœotien, Lokris und Parnassis, 1.

M. Neumayr. — Der Geologische Bau des Westlichen Mittel-Griechenland, 91.

Fr. Teller. — Der Geologische Bau der Insel Euboea, 129. — Geologische Beschreibung des südœstliichen Thessalien, 183.

V. Hilber. — Diluvial Landschnecken aus Greechenland, 209.

Neumayr. — Ueber den geologischen Bau der Insel Kos, 213. — Geologische Beobachtungen im Gebiete des Thessalischen Olymp, 315. — Geologische Untersuchungen über den Nordlichen und œstlichen Theil der Halbinsel Chalkidike, 328.

Burgenstein. — Geologische Untersuchungen im Sudwestlichen theile der Halbinsel chalkidike, 321.

Fr. Teller. — Geologische Beobachtungen auf der Insel Chios, 340.

A. Bittner, M. Neumayr und Fr. Teller. Ueberblick über die geologischen Verhältnisse eines Theiles der agaischen Kustenlander, 379.

— — Id., t. XLI.

Fritsch. — Jahrliche Periode der Insectenfauna von Osterreich-Ungarn. IV Die Schmetterlinge. 2 Die Nachtfalter, 53.

Fuchs. — Ueber die von Dr E. Tietze aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen, 99.

Szajnocha. — Die Brachiopoden Fauna der Oolithe von Balin bei Krakau, 197.

— — Id., t. XLII.

Fritsch. — Jahrliche Periode der Insectenfauna von Osterreich-Ungarn. V. Die Schnabelkerfe, 217.

Hoernes. — Materialen zu einer Monographie der Gattung *Megalodus* mit besonderer Berucksichtigung der mesozoischen formen, 91.

Manzoni. — Echinodermi fossili della Molassa serpentinosa e Supplemento agli Echinodermi fossili dello Schlier delle colline di Bologna, 185.

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —. 1880, n^os 15-17, novembre-décembre.

R. Hœrnes. — Das Erdbeben in Steiermark, 269.

Lomnicki. — Einiges ürber die Gypsformation in Ostgalizien, 272.

Uhlig. — Zur Gliederung des rothen Ammonitenkalkes in der Umgebung von Roveredo, 275.

Gümbel. — Rothikalk. Magnesit von Elmen, 276.

Laube. — Pflanzenreste aus dem Diatomaceenschiefer in Sulloditz im Bœhm. Mittelgebirge, 277.

Gottfried Starkl. — Notizen über Bol und Polyhydrit, 278.

Tietze. — Zur Geologie der Karsterscheinungen, 281.

Franz. v. Hauer. — Bouteillenstein von Trebitsch, 282.

Woldrich. — Beiträge zur diluvialen Fauna der mährischen Hœhlen, 284.

G. Stache. — Ueber das Vorkommen von Olivingesteinen in Sudtirol, 287.

E. Reyer. — Die Resultate eines Versuches über Bewegung im Festen, 288.

Dr Kramberger. — Vorläufige Mittheilungen über die jung tertiäre Fischfauna Croatiens, 297.

Rzehak. — Ueber die Gliederung und Verbreitung der älteren Mediterranstufe in der Umgebung von Gr. Seelowitz in Mähren, 300.

F. Teller. — Vorlage des Blattes Klausen, 303.

Dr Ladislaus Szajnocha. — Vorlage der geologischen Karte der Gegend von Gorlice, 304.

Dr A. Brezina. — Ueber ein neues Mineral, den Schneebergit, 313.

Dr E. Hussak. — Umgeschmolzene Basalte und Granite von Edersgrun bei Karlsbad, 314.

Kusta. — Zur Geologie und Palœontologie des Rakonitzer Steinkohlen-Beckens, 317.

G. Sebisanovic. — Einiges über die Erdbeben von Karlstadt in Kroatien, 325.

Hœrnes. — Vorlage einer geologischen Karte der Umgebung von Graz, 326.

Dr Mojsisovics. — Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der Lombardischen Alpen, 330.

C. M. Paul. — Geologische karte der Gegend von Przemysl, 330.

— — Id., 1881, n^os 1-3, janvier.

Hantken. — Die Arbeiten der K. Ungarischen geologischen Anstalt, 15.

H. B. Lœffelholz. — Einige geognostiche Notizen aus Bosnien, 23.

A. Bittner. — Bemerkungen zu noranstchender Mittheilung, 27.

Félix Kreutz. — Ueber den Ursprung der Erdœls in der galizischen Salzformation, 28.

Dr E. Tietze. — Das Alter des Kalkes von Steinbergen bei Graz, 34. — Ueber die geologische Aufnahme der Gegend von Lemberg und Grodek, 37.

Dr G. Stache. — Ueber die Gesteine des Adamello-Gebirges, 37.

M. Vacek. — Uber die Schichtfolge in der Gegend der Glarner Doppelfalte, 43.

Dr V. Uhlig. — Zur Kenntniss der Malm und Tithonstufe in der Umgebung von Steierdorf im Banat, 51.

Bittner. — Mittheilungen aus dem Aufnahmsterrain, 52.

Belgique. Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Annuaire de l' — pour 1879 et 1880.

— — Bulletin de l' — 2e sér., t. XLVI, 1878.

Dupont. — Recherches sur les phthanites du calcaire carbonifère de Belgique, 323. — Sur la découverte d'Ossements d'*Iguanodon*, de poissons et de végétaux dans la fosse Sainte-Barbe du charbonnage de Bernissart, 387. — Sur les alluvions torrentielles qui se déposent de nos jours sur les plateaux de l'entre-Sambre-et-Meuse et du Condroz, 643.

Malaise. — Découverte de Brachiopodes du genre *Lingula*, dans le cambrien du massif de Stavelot, 58.

A. Renard. — La diabase de Challes, près de Stavelot, 228. — Recherches sur les phthanites du calcaire carbonifère de Belgique, 471.

— — Id., 2e sér., t. XLVII, 1879.

Renard. — Caractères distinctifs de la dolomite et de la calcite dans les roches calcaires et dolomitiques du calcaire carbonifère de Belgique, 541.

— — Id., 2e sér., t. XLVIII, 1879.

De la Vallée-Poussin et Renard. — Sur la diorite quartzifère du Champ de Saint-Véron, 128.

Gilkinet. — Du développement du règne végétal dans les temps géologiques, 814.

— — Id., 2e sér., t. XLIX, 1880.

— — Mémoires de l' —, t. XLIII 1re partie, 1880.

A. Briart et F. Cornet. — Description des fossiles du calcaire grossier de Mons, 3e partie.

— — Mémoires couronnés et autres mémoires, in-8°, t. XXIX et XXX, 1880.

— — Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers, in-4°, t. XXXIX, 2e partie, 1879.

— — Id., t. XLII, 1879.

Cotteau. — Description des Echinides du calcaire grossier de Mons.

— — Id., t. XLIII, 1880.

Cotteau. — Description des Echinides tertiaires de la Belgique.

Danemark. Copenhague. Académie royale de —. Bulletin pour 1880, n° 2.

— — Mémoires de l' —, 5e série, t. XII, n° 6, 1880; 6e série, t. I, nos 1 et 2, 1880.

Espagne. Madrid. Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. XXI, n° 5, 1881.

— Sociedad española de historia natural. Anales de la —, t. IX, n° 3, 1880.

Macpherson. — Predominio de la estructura uniclinal en la Peninsula iberica, 465.

États-Unis. Boston. American Academy of arts and Sciences. Proceedings of the — t. XIV, 1879 et t. XV, n° 1, 1880.

— Boston Society of Natural History, t. III, partie I, n° 2 et 3, 1879.

S. H. Scudder. The early types of insects, or the origin and sequence of insect life in palœozoic times, 13. — Palœozoic Cockroaches; a complete revision of the species of both worlds, with an essay towards their classification, 23.

Cambridge. Museum of comparative Zoology at Harvard College. Memoirs of the —, t. VI, n° 1, 1879-80.

J.-D. Whitney. — The auriferous gravels of the Sierra Nevada of California.

— — Id., t. VI, n° 2, part. I, 1878.

L. Lesquereux. — Report on the fossil plants of the auriferous gravel deposits of the Sierra Nevada.

— — Id., t. VII, n° 2, part. I, 1880.

J.-D. Whitney. — The climatic changes of later geological times.

Indianapolis. Geological survey of Indiana. Eighth, ninth and tenth annual reports of the —, 1879.

Newhaven. The american journal of Science, t. XXI, n^{os} 121 et 122, janvier-février 1881.

G. W. Hawes. — The Albany Granite, New Hampshire, and its contact phenomena, 21.

Ch. Barrois. — Rewiew of Professor Hall's recently published volume on the Devonian fossils of New-York, 44.

S. H. Scudder. — Relation of Devonian Insects to later and existing types, 111.

G. F. Wright. — Date of the Glacial era in eastern North America, 120.

R. P. Whitfielf. — A new Genus and species of Air-Breathing Mollusk from the coal-measures of Ohio, 125.

H. M. Change. — The millstone grit in England and Pennsylvania, 134.

O. C. Marsh. — Principal characters of American Jurassic Dinosaurs, 167.

Philadelphia. American Philosophical Society. Proceedings of the —, t. XVIII, n° 104, juillet à décembre 1879.

P. Frazer. — Fossil forms in the Quartoze Rocks of the Lower Susquehanna, 277.

J. J. Stevenson. — Surface Geology of South-west Pennsylvania and adjacent portions of West Virginia and Maryland, 289.

Grande-Bretagne. Londres. The geological magazine. New Series, Decade II, t. VIII, n^{os} 1 et 2, janvier-février 1881.

Th. Davidson. — On spiral-bearing Brachiopoda from the Wenlock and Ludlow shales of Shropshire, 1.

H. G. Seeley. — On two Ornithosaurians from the upper greensand of Cambridge, 13.

O. Fisher. — Oblique and Orthogonal sections of a folded plane, 20.

F. D. Longe. — On the Oolitic Polyzoa, 23.

D^{r} R. H. Traquair. On new Fish-remains from the blackband Ironstone of Boroughlee, near Edimburg, 31.

W. H. Huddleston. — Contributions to the Palæontology of the Yorkshire oolites, 49.

J. D. Dana. — Metamorphism of Massive Crystalline rocks, 59.

B. N. Peach. — The Glaciation of the Shetland isles, 65.

J. Smith. — Upper Silurian Entomostracea, 70.

T. Mellard Beade. — Oceanic Islands, 75.

T. Stock. — On a nearly entire *Rhizodus* at Wardie, 77.

W. J. Sollas. — On striated Triassic Pebbles, 79.

— Geologist's Association, t. VI, nos 8 et 9, octobre 1880 — janvier 1881.

J. W. Davis. — On the fish fauna of the Yorkshire Coal field, 359.

W. J. Sollas. — On the Geology of the Bristol district, 375.

G. S. Boulger. — On the Geological and other causes that affects the distribution of the British flora, 403.

J. F. Blake. — On the classification of Rocks, 413.

Renevier. — A petrographical classification of Rocks, 426.

T. Rupert Jones. — On the Geology and physical features of the Bagshot district, 429.

Italie. Rome. Bullettino del Vulcanismo italiano, 7e année, n° 7-11, juillet novembre 1880.

Pise. Societa Toscana di Scienze Naturali. Processi verbali, séance du 14 novembre 1880.

S. de Bosniaski. — La formazione gessoso solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia, 90.

G. Meneghini. — Nuovi fossili delle Alpi-Apuane, 102.

M. Canavari. — Di alcuni ammoniti del Lias medio raccolti nelle vicinanze di S. Antonio nel gruppo montano di Tivoli, 109.

D. Pantanelli. — Radiolarie nei calcari, 111.

C. de Stefani. — Carte geologiche delle Calabrie meridionali, 113. — Il tortoniano dell' alta Val di Tevere, 114. — I fossili di Dicomano in Toscana e della Porretta nel Bolognese, 115. — Natura del Batrilli, 116. — Il Gault et la Creta superiore nell' Apennino settentrionale, 117. — Ordinamenta cronologico dei terreni delle Alpi Apuane, 118.

Turin. R. Accademia delle Scienze di —. Atti della —. t. XV, nos 1-8, novembre 1879 — juin 1880.

Portis. — Intorno ad alcune impronte eoceniche di vertebrati recentemente scoperte in Piemonte, 221.

Baretti. — Sui resti fossili di Rhinoceronte nel territorio di Dusino, Circondario d'Asti, 678, 731.

Spezia. — Nota sul Calcare albitifero dell'Argentera (Cuneo), 785.

— Osservatorio della Regia Universita di —. Bollettino dell' — 14e année, 1879.

Norwège. Tromsœ Museums Aarshefter, t. III, 1880.

Suisse. Berne. Institut géographique international. Bulletin de l' — Nouvelle série, 1881.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 2e série, t. XVII, nº 84, décembre 1880.

G. Maillard. — Nouveau gisement de feuilles fossiles, 32.
De la Harpe. — *Nummulites Partschii* et *Oosteri*, 33.
G. Maillard. — La molasse dans le ravin de la Paudèze, 81.

Genève. Société de Physique et d'histoire naturelle de —. Mémoires de la —, t. XXVII, nº 1, 1880.

P. de Loriol. — Monographie des Echinides contenus dans les couches nummulitiques de l'Egypte, 59.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 21 Février au 25 Avril 1881

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italiques.*)

Ameghino (*Florentino*). La antiguedad del hombre en el Plata, 2 vol. in-8°, 1197 p., 25 pl., Paris chez Masson, 1880.

Bardin (*l'abbé*). Etudes paléontologiques sur les terrains tertiaires miocènes du département de Maine-et-Loire, 1er fascicule, in-8°, 115 p. Angers, 1881. (Ext. des Mém. de la Soc. d'Agric., Sciences et Arts d'Angers).

Baye (*Bon J. de*). L'industrie acheuléenne dans le lœss de la Brie-Champenoise, in-8°, 15 p. Châlons-sur-Marne, 1881.

Bosniaski (*S. de*). La formazione gessossa e il secondo piano mediterraneo in Italia, in-8°, 21 p. Pisa, 1880. (Ext. de Soc. Tosc. di Scienze naturali).

Brongniart (*Ch.*). Rapport sur l'excursion faite à Gisors et aux environs les 16 et 17 mai 1880, in-8°, 20 p. Rennes, 1880.

— Les Hyménoptères fossiles, in-8°, 22 p. Paris chez Masson, 1881,

— Notice sur quelques poissons des lignites de Ménat, in-8°, 8 p. 1 pl. Caen, 1880.

Choffat. L'homme tertiaire en Portugal, in-8°, 12 p. 1 pl. (Ext. des Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève, 15 Déc. 1880).

Cuvier (*F.*). Notes climatériques sur l'hiver de 1879-1880, in-8°, 10 p. 1 pl. Semur, 1880.

Daubrée. Discours prononcé aux funérailles de M. Delesse, au nom de l'Académie de Sciences, du Corps des Mines et de l'Ecole des Mines, in-4°, 6 p., Paris 1881.

— Examen minéralogique et chimique de matériaux provenant de quelques forts vitrifiés de la France, in-8°, 13 p. (Ext. de la Revue archéologique, janv. 1881).

Davidson. Notes on the physical character and thickness of the upper silurian Rocks of Shropshire with the Brachiopoda they contain grouped in geological horizons, in-8°, 10 p. (Ext. de Geological Magazine, mars 1881).

Doelter. Determinacion de los principales minerales petrographicos con el auxilio del microscopo, traduccion del aleman por *Don José Maria Solano y Eulate*, in-12, 64 p. Madrid 1881.

Firket. Excursions géologiques dans l'Eifel en 1879, in-8°, 76 p. Liège, 1880. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. de Belgique).

Fischer. Manuel de Conchyliologie, fascicules 1 et 2, in-8°, 192 p. 1 pl. Paris, chez Savy, 1881.

Fontannes. Note sur la position stratigraphique du groupe pliocène de Saint-Ariès dans le Bas-Dauphiné septentrional, et particulièrement aux environs de Hauterives (Drôme), in-8°, 36 p. Montpellier, 1881.

— Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône ; VI, le Bassin de Crest (Drôme), in-8°, 214 p. 10 pl. Lyon, chez Georg, 1881.

— Diagnoses d'espèces nouvelles des terrains tertiaires du bassin du Rhône et du Roussillon, in-8°, 6 p. (Ext. des An. de la Soc. d'Agric. et d'Hist. Nat. de Lyon, mars 1881).

Gaudry. Sur un nouveau genre de poisson primaire, in-4°, 3 p. (Ext. des C^tes Rendus de l'Ac. des Sciences, 21 mars 1881).

Geographical Surveys West of 100th Meridian. Report upon the U. S. —. T. II, Astronomy and barometric hypsometry, 483 p., 22 pl. ; t. IV, Paleontology, 590 p., 83 pl. ; t. V, Zoology, 1,019 p. 45 pl. ; t. VI, Botany, 404 p. 30 pl. ; in-4°, Washington, 1875-78.

— Topographical atlas by Wheeler, in-folio, 1875.

Geological Survey of the territories. Report of the U. S. —, t. XII, fresh-water Rhizopods of North America, in-4°, 324 p. 48 pl. Washington, 1879.

— Preliminary geological map of the Yellowstone national park, in-folio, 1878.

— Geological map of parts of Western Wyoming, Southeastern Idaho, and Northern Utah, 2 cartes, in-folio, 1877-78.

Gosselet. Sur le calcaire dévonien supérieur dans le N.-E. de l'arrondissement d'Avesnes, in-8°, 2 p. (Ext. des Bul. de l'Ac. Royale de Belgique, 1877).

— Excursion dans les tranchées du chemin de fer de Cambrai au Quesnoy, in-8°, 5 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 19 déc. 1877).

— La Roche à Fépin. Contact du terrain silurien et du terrain dévonien, sur les bords de la Meuse, in-8°, 8 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 22 janv. 1879).

— L'argile à silex de Vervins, in-8°, 23 p. 1 pl. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 2 juillet 1879).

— Description géologique du canton de Berlaimont, in-8°, 33 p. (Ext. des An. de la Société Géol. du Nord, 21 juillet 1880).

— Division à établir dans le terrain diluvien de la vallée de la Somme, in-8°, 7 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 3 mars 1880).

— Le calcaire dévonien supérieur dans le N.-E. de l'arrondissement d'Avesnes et documents pour l'étude des schistes de Famenne, in-8°, 63 p. 2 pl. (Ext. des An. de la Société Géol. du Nord, 1877).

— 3e Note sur le Famennien. Tranchée du chemin de fer de Luxembourg. Les schistes de Barvaux, in-8°, 6 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, t. VII).

— Documents nouveaux pour l'étude du Famennien. Tranchées de chemin de fer entre Féron et Semeries. Schistes de Sains, in-8°, 11 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 16 juillet 1879).

— Compte rendu de l'excursion dans les Ardennes du 23 août au 5 sept. 1876, in-8°, 21 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 16 mai 1877).

— Le calcaire de Givet, 3e et 4e parties suivies de considérations sur la terminaison orientale de la grande faille, in-8°, 46 p. 1 pl. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 6 et 20 nov. 1878).

— Note sur les sables tertiaires du plateau de l'Ardenne, in-8°, 12 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 18 déc. 1879).

— Les roches cristallines des Ardennes, in-8°, 28 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 18 févr. 1880).

— De l'usage du droit de priorité et de son application aux noms de quelques spirifères, in-8°, 10 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 22 janv. 1880).

— Aperçu sur la constitution géologique de la forêt de Mormal, in-8°, 6 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 7 févr. 1877).

— La Marne de la Porquerie (éocène inférieur), in-8°, 7 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 18 avril 1877).

— Relations des sables d'Anvers avec les systèmes diestien et boldérien, in-8°, 14 p. (Ext. des An. de la Soc. Géol. du Nord, 8 nov. 1876).

— et *Rigaux*. Mouvement du sol de la Flandre depuis les temps géologiques, in-8°, 8 p. (Ext. des Annales de la Société Géol. du Nord, 19 juin 1878).

Grad (*Ch.*). Guillaume-Philippe Schimper, sa vie et ses travaux, 1808-1880, in-8°, 44 p. Colmar, 1880.

Grube (*D^r Ed.*). Bemerkungen über die familie der Aphroditen, in-8°, 26 p. 1875.

Jacquot et Raulin. Carte géologique et agronomique du département des Landes ; partie orientale de la Chalosse (S^t Sever).

Jougovitch. Sur l'emploi du microscope en géologie, in-8°, 22 p. Belgrade, 1881. (En russe).

— Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes, in-8°, 19 p. Belgrade, 1881.

Lasaulx. (*D^r A. von*). Apparate für mineralogie und géologie, in-8°, 75 p. Brunswick, 1881.

Lebert. Klinik des acuten Gelenkrheumatismus, in-8°, 149 p. Erlangen, 1860.

Machado. Mozambique, in-8°, 39 p. (Ext. de la Soc. de géog. de Lisboa, déc. 1880).

Macpherson. Uniclinal structure of the Iberian Peninsula, in-8°, 32 p. 2 pl. Madrid, 1880.

Malheiro. Exploraçoes geologicas e mineiras nas colonias portuguezas, in-8°, 26 p. (Ext. de la Soc. de Geographia de Lisboa, 17 janv. 1881).

Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale ; 3^e partie, Etudes sur les reptiles et les batraciens par MM. A. Duméril et Bocourt ; 3^e partie, 2^e section, Etudes sur les Batraciens par M. Brocchi ; 5^e partie, Etudes sur les Xiphosures et les Crustacés podophthalmaires par M. A. Milne-Edwards, in-4°, Paris, 1881.

Mourlon. Géologie de la Belgique, tome second, in-8°, 392 p. Bruxelles, 1881.

Péroche. L'homme et les temps quaternaires au point de vue des glissements polaires et des influences précessionnelles, in-8°, 65 p. Paris, chez Germer-Baillière, 1881.

Porumbaru. Etude géologique sur les environs de Craïova, première partie, in-4°, 42 p. 10 pl. Paris, chez Gauthier-Villars, 1881.

Recolin et Cadet. Funérailles du pasteur Emilien Frossard, in-8°, 34 p. 1 pl., Paris, 1881.

Reyer. Zinn, eine geologisch-montanistisch-historiche monographie, in-8°, 248 p., Berlin, 1881.

— Geologie des Zinnes, in-12, 22 p., Vienne, 1881.

Rolland. Mission transaharienne de Laghouat, El-Goleah, Ouargla, Biskra. Animaux fossiles et vivants recueillis, in-4°, 8 pl., Paris, 1881.

Royer (*M^{me} Cl.*). Darwinisme, in-8°, 71 p., Paris, 1881. (Ext. du dict. encyclopédique des Sciences médicales).

Saporta (*le Marquis de*). Aperçu géologique du terroir d'Aix-en-Provence, in-12, 31 p., Aix, 1881.

Saporta (*le Marquis de*) *et Marion.* L'évolution du règne végétal. Cryptogames, in-8°, 238 p., Paris, chez Germer-Baillière, 1881.

Saussure (*H. de*). La question du lac, in-12, 273 p., Genève, 1880. (Ext. du Journal de Genève).

Scudder. The structure and affinities of *Euphoberia*, Meek and Worthen, a genus of Carboniferous Myriapoda, in-8°, 5 p. (Ext. de l'American Journal, t. XXI, mars 1881.

Van den Broeck (*E*). Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques in-4°, 180 p., 1 pl., Bruxelles, 1881.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes rendus des séances de l'—, t, XCII, n^{os} 8 à 15, 21 févr. — 11 avril 1881.

A. Milne-Edwards. — Considérations générales sur la faune carcinologique des grandes profondeurs de la mer des Antilles et du golfe du Mexique, 384.

Daubrée. — Sur les réseaux de cassures ou diaclases qui coupent la série des terrains stratifiés, 393.

Caraven-Cachin. — Ancienneté de l'*Elephas primigenius*, Blum., dans le bassin sous-pyrénéen, 475.

G. Rolland. — Sur l'hiver 1879-80, au Sahara et sur le climat saharien, 534.

Desor. — Ossements humains trouvés dans le diluvium de Nice; examen de la question géologique, 746.

Niepce. — Ossements humains trouvés dans le diluvium de Nice; description des ossements, 749.

De Quatrefages. — Ossements trouvés dans le diluvium de Nice; détermination de la race, 750.

Gaudry. — Sur un nouveau genre de poisson primaire, 752.

Julien. — Sur l'existence et les caractères du terrain cambrien dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier, 754.

Crié. — Sur la découverte à Noirmoutiers, (Vendée) de la flore éocène à *Sabalites andegavensis*, Sch., 759.

Julien. — Sur la nature et l'ordre d'apparition des roches éruptives anciennes que l'on observe dans la région des volcans à cratères du Puy-de-Dôme, 799. — Sur le terrain dévonien de Dion (Allier), et de Gilly (Saône-et-Loire), 891.

Fouqué et Michel Lévy. — Reproduction artificielle des diabases, dolérites et et météorites à structure ophitique, 890.

Filhol. — Sur les différentes espèces d'ours dont les débris sont ensevelis dans la caverne de Lherm (Ariège), 929.

— Annales des Mines, 7^{e} série, t. XVIII, 1880.

— Club alpin français, Bulletin trimestriel, 4e trimestre, 1880.

— La Nature, Revue des Sciences, nos 404 à 412, 26 févr. — 23 avril 1881.

— Nouvelles archives du Museum d'Histoire naturelle, 2e série, t. III, fascicules 1 et 2, 1881.

St. Meunier. — Géologie expérimentale, 251.

— St. Meunier et I. Lambert. — Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur les sables marins de Pierrefitte près Etampes, (Seine-et-Oise), 235.

De Rochebrune. — Revision des Ophidiens fossiles du Museum d'Histoire naturelle, 271.

— Revue des travaux scientifiques, janv. — févr. 1881.

— Société Botanique de France. Bulletin de la —, t. XXV, Revue bibliographique B-C, 1878 ; t. XXVI, Comptes rendus des Séances n° 1, et Revue bibliographique C, 1879 ; t, XXVII, Session extraordinaire à Bayonne, 1880.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, décembre 1880.

— Société Philomathique de —. Bulletin de la —, 7e série, t. IV, n° 4, 1879-80, et t. V, n° 1, 1880-81.

— Société zoologique de France. Bulletin de la —, pour l'année 1880, 5e et 6e parties.

Amiens. Société linnéenne du nord de la France. Bulletin mensuel, t. V, n° 99, 1er sept. 1880.

Bordeaux. Société linnéenne de —, Annales de la —, t. I, 1830.

Ch. Desmoulins. — Essai sur les Sphérulites, 148.

Billaudel. — Découverte d'ossements fossiles, 192. — Essai sur la détermination de quelques ossements fossiles trouvés dans le département de la Gironde, 193.

Guilland. — Note géologique sur le terrain de Saucats (Gironde), 239.

— — Id., t. II, 1845.

Grateloup. — Description de plusieurs espèces de coquilles fossiles des environs de Dax, 3. — Tableau des coquilles fossiles qu'on rencontre dans les terrains tertiaires (faluns) des environs de Dax (Landes), 72, 123, 192. — Observations sur la Férussine, genre de coquille fossile terrestre, 256.

Rang et Desmoulins. — Description de trois genres nouveaux de coquilles fossiles du terrain tertiaire de Bordeaux, 226, 236, 244.

M. de Serres. — Note sur Vaucluse, 110.

Roulland. — Notice sur les sources de la Touvre, 204.

— — Id., t. III, 1829.

Roulland. — Notice géologique sur le département du Gers, 39. — Observations sur les Ichthyosarcolites et sur les Hippurites, 197.

Ch. Desmoulins. — Monographie de la Clavagelle couronnée, Desh., espèce fossile, 239.

— — Id., t. VI, 1834.

Grateloup. — Suite du tableau des coquilles fossiles des terrains tertiaires du bassin géologique de Dax (Landes), 31, 90, 159, 169, 188, 270. — Notice géognostique sur les roches de Tercis aux environs de Dax (Landes), 72.

Farines. — Note sur les lignites du département des Pyrénées-Orientales, 68.

— — Id., t. XI, 1839.

M. de Serres. — Du soufre et de son origine, 17. — De l'état des masses minérales au moment de leur soulèvement, 317.

Grateloup. — Considérations générales sur la Géologie et la Zoologie fossile de la commune de Léognan près de Bordeaux, 335. — Mémoire sur les coquilles fossiles de la famille des Néritacés, 109.

D'Hombres-Firmas. — Description d'une nouvelle espèce de Sphérulite, 148. — Description de l'*Hippurites Moulinsii*, 150.

— — Id., t. XII, 1841.

D'Hombres-Firmas. — Description du *Cycloconus Catulli*, 253.

M. de Serres. — De quelques mollusques nouveaux des terrains infra-jurassiques et de la craie compacte inférieure du midi de la France, 83.

— — Id., t. XIII, 1844.

M. de Serres. — Notes géologiques sur la Provence, 1, 83, 170.

Delbos. — Rapports sur une excursion géologique aux environs de Blaye, 162.

Pédroni fils. — Notice sur les calcaires nitrifères de la Gironde, 167. — Catalogue minéralogique de la Gironde, 173. — Sur quelques ossements fossiles, 149. — Mémoires sur les poissons fossiles du département de la Gironde, 277.

— — Id., t. XIV, 1845.

Pedroni fils. — Rapports d'une excursion à Villagrain (Gironde), 65. — Note sur un procédé facile de prendre les empreintes des fossiles contenus dans les rochers, 72. — Ossements fossiles de la Gironde, 74. — Essai sur la distribution des espèces fossiles dans les terrains de l'écorce du globe, 193.

— — Id., t. XV, 1847.

M. de Serres. — Y a-t-il identité entre les espèces des terrains secondaires et tertiaires et celles qui appartiennent aux créations actuelles? 41.

Burguet. — Observations sur un crustacé fossile du département de la Gironde, 279.

— — Id., t. XVI, 1849.

Brochon. — Note sur une Pyrule nouvelle de Léognan (*P. Moulinsii*), 117.

M. de Serres. — De l'origine des silex de la craie, 129.

— — Id., t. XVII, 1851.

Philippe. — Mémoire sur les brèches osseuses des environs de Bagnères-de-Bigorre, 117.

— — Id., t. XVIII, 1852.

Raulin. — Essai d'une division de la France en régions naturelles, 41.

Philippe. — Mémoire sur les cavernes à ossements des environs de Bagnères-de-Bigorre, 129.

— — Id., t. XIX, 1854.

— — Id., t. XX, 1860.

D'Hombres-Firmas. — Extrait de l'Itinéraire du Naturaliste-voyageur dans les Cévennes, 122.

— — Id., t. XXII, 1858.

Mairand. — Mémoire sur les dépôts littoraux observés de Nantes à Bordeaux, 76.

Paquerée. — Excursion aux grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne), 470.

Lagrèze-Fossat. — Note sur une tortue fossile trouvée à Moissac, et sur la constitution et l'âge des terrains tertiaires des environs de cette ville, 71.

— — Id., t. XXIII, 1860.

Leymerie. — Notice géologique sur Amélie-les-Bains, 445.

— — Id., t. XXIV, 1870.

Leymerie. — Mémoire sur le terrain tertiaire post-pyrénéen du départemen des Hautes-Pyrénées, considéré principalement dans la vallée de l'Adour, 1.

Gosselet. — Observations sur les calcaires d'eau douce du nord-est de l'Aquitaine, 177.

Tournouer. — Sur quelques fossiles recueillis dans la craie de Roquefort, (Landes), 199.

— — Id., t. XXV, 1866.

Jacquot. — Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guétary et Saint-Jean-de-Luz, 5.

Des Moulins. — Le bassin hydrographique du Couzeau, 67.

Tournouer. — Sur quelques affleurements des marnes nummulitiques de Bos d'Arros, 243.

L'abbé Caudéran. — Note sur une formation d'eau douce au Vieux-Soulac (Gironde), 465.

— — Id., t. XXVI, 1868.

Des Moulins. — Etude sur les cailloux roulés de la Dordogne, 37.

Delfortrie. — Notice géologique sur le canton de Monségur, 104.

Benoist. — Note sur le grès infraliasique du département de la Meurthe, 389. — Notes pour servir à l'étude des étages jurassiques inférieurs des environs de Nancy, 561.

Linder. — Etude sur les terrains de transport du département de la Gironde, 385. — Excursion de la Société linnéenne à Bazas (Gironde), 89. — Excursion de la Société linnéenne à Cazeneuve (Gironde), 281.

Billiot et Raulin. — Coupes géologiques des sondages exécutés dans le sud-ouest de la France, 124.

Ch. Desmoulins. — Liste des principaux fossiles recueillis à Cazeneuve, 293. — Note sur une forme allongée du *Venus aurea*, Gm., 375.

Fischer. — Note sur quelques spongiaires fossiles de la craie, appartenant au groupe des Géodies, 233.

— — Id., t. XXVII, 1869.

Delfortrie. — Emersion des fonds de la mer sur les côtes de la Gascogne, 23. — Les ossements entaillés et striés du miocène aquitanien, 261. — L'avenir du port de Bordeaux, 441.

Benoist. — Notes pour servir à l'étude des étages jurassiques inférieurs, aux environs de Nancy, 137.

Linder. — Des calcaires lacustres de Saucats, 451.

Delfortrie. — Description d'une machoire inférieure de *Squalodon Grateloupi*, dans les grès marin de Léognan (Gironde), 133. — Les Chéloniens du Miocène supérieur de la Gironde, 339.

Cotteau. — Description de quelques Echinides tertiaires des environs de Bordeaux, 248.

Tournouer. — Recensement des Echinodermes de l'étage du calcaire à Astéries dans le Sud-Ouest de la France, 263.

— — Id., t. XXVIII, 1872.

Delfortrie. — Les Broyeurs du tertiaire aquitanien, 213. — Etude sur les restes fossiles des Siréniens du genre *Halitherium* dans le bassin de la Gironde, 281. — Les Phoques du falun aquitanien, 383. — Les gîtes de chaux phosphatée dans le département du Lot, 505.

Des Moulins. — Notes spécifiques sur le genre *Polia*, d'Orb., vivant et fossile, 357.

Delfortrie et Fischer. — Note sur quelques ossements de Cétacés de Léognan (Gironde), 272.

— — Id., t. XXIX, 1873.

Tournouer. — Note sur les terrains miocènes des environs de Sos et de Gabarret (Lot-et-Garonne et Landes), 119.

Delfortrie. — Empiètement de la mer sur la plage d'Arcachon, 461. — Les Sparoïdes du terrain aquitanien, 79. — Un singe de la famille des Lémuriens dans les phosphates de chaux quaternaires du département du Lot, 87. — Un *Zeuglodon* dans les faluns du Sud-Ouest de la France, 113. — Un *Squalodon* d'espèce nouvelle dans le miocène supérieur du Midi de la France, 257. — Un Pachyderme nouveau dans les phosphates du Lot, 261.

Artigue. — De l'envahissement par la mer des côtes de France sur le littoral de l'Océan dans la partie comprise entre Bayonne et Royan, 505.

Benoist. — Catalogue synonymique et raisonné des testacés fossiles recueillis dans les faluns miocènes des communes de la Brède et de Saucats, 5, 265.

O. Linder. — Sur l'existence du calcaire grossier de S^t^ Estèphe entre Roque de Tan et Bourg, II. — Du calcaire grossier de Blaye et de quelques-uns des Echinides qu'on y rencontre, XXVI. — De la position exacte du calcaire de Bourg dans la série tertiaire et des relations qui existent entre le calcaire marin de S^t^ Estèphe et la molasse d'eau douce du Fronsadais, LXVII. — Observations sur la constitution du terrain tertiaire inférieur de l'Aquitaine occidentale, déduite des sondages, LXXXIX.

Tournouer. — Note sur les terrains miocènes des environs de Sos, XIX. — Observations sur les terrains nummulitiques, XLIII.

Benoist. — Note sur le gisement de falun jadis exploité à Cestas par feu Barron, XXXIII. — Note sur la constitution géologique du vallon de Moras près la Brède, CXXXIX. — Diagnose d'une espèce nouvelle de *Cleodora* du miocène moyen de Saucats, CXXIV. — Note sur deux espèces de coquilles nouvelles pour les dépôts miocènes aquitaniens, CXLIX. — Coquilles nouvelles, CLVIII. — Sur le *Strombus trigonus*. CLXIII.

De Bouillé. — Espèces nouvelles découvertes dans le terrain nummulitique de Biarritz, XXV.

Des Moulins. — Sur un *Glyphocyphus* trouvé dans le falun de Lagus (vallon de Saucats) XXXIX.

A. Milne-Edwards. — Crustacés fossiles nouveaux des terrains tertiaires de la Gironde, LXIV.

Gassies. — Les tufs quaternaires de la Nouvelle-Calédonie, CXXXIII.

Delfortrie. — Un squelette entier de *Rytiodus*, CLXV.

— — Id., t. XXX, 1875.

Arnaud. — Profil géologique des falaises crétacées de la Gironde, 555.

Delfortrie. — *Rhinoceros tichorinus*, 175. — Un Dauphin d'espèce nouvelle dans les faluns du Sud-Ouest, 177.

Benoist. — Description de coquilles fossiles des terrains tertiaires moyens, LXVI. — Quelques coquilles fossiles nouvelles, LXXXVIII. — Note sur un exemplaire de *Fascicularia Jouanneti*, Mayer, CX. — Diagnose d'une espèce nouvelle de *Nœera*, recueillie à Léognan, CXXX. — Diagnose de deux espèces fossiles nouvelles, CXXXVII. — Fossiles provenant des couches pliocènes de la Toscane, CXXXIX. — *Cassidula umbilicata*, dans le falun de Mérignac, CLXI. — Du terrain pliocène dans la région du Sud-Ouest de la France, XXVI. — La couche des faluns de la Sime, commune de Saucats, CVII.

Tournouer. — Nouvelle espèce de *Cardita*, XC.

Gassies. — Sur la fossilisation des coquilles, CXLIX. — La caverne dite de Lavison, XXIX. — Découverte au Gurp d'une machoire fossile d'éléphant, CXXXIV.

Lafont. — De l'érosion de la plage d'Arcachon, XXXV.

Delfortrie et Lafont. — Empiètement de la mer sur la plage d'Arcachon, XLII.

Quenault. — Mouvements de la mer et ses invasions, XLIV.

Artigue. — Coupe géologique de la dune du rivage de l'Océan au vieux Soulac, L. — Renseignements sur Soulac, XC. — Etude de la formation de la dune de la plage de Soulac, CII. — Station préhistorique indiquée par M. l'abbé Caudéran, CXVI.

Motelay. — Mouvement des côtes de Gascogne, CXI.

Delfortrie. — Etude des phénomènes géologiques qui se produisent depuis des siècles sans discontinuité, sur le littoral des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure, CXI. — Un nouveau gisement de falun à Mérignac, CXLVII. — Dépôt coquillier trouvé dans l'intérieur de la ville, CLXXIV. — Renseignements nouveaux sur le *Rythiodus*, CVII. — Sur quelques dents de formes singulières provenant des faluns de Saucats, CXXV. — Eclaircissements sur la mâchoire fossile provenant du pliocène toscan de Volterranò, CXXXV. — Ossements fossiles, CLXXIV.

— — Id., t. XXXI, 1877.

Benoist. — Conchyliologie fossile du Sud-Ouest de la France : Monographie des Tubicolés, Pholadaires et Solenacées fossiles recueillis dans l'étage miocène du Sud-Ouest de la France, 311.

Arnaud. — Etudes sur le genre *Cyphosoma* dans la craie du Sud-Ouest, 70. — Etudes pratiques sur la craie du Sud-Ouest, 169, 269.

Artigue. — Etude sur l'estuaire de la Garonne et la partie du littoral comprise entre la pointe de la Coubre et la pointe de la Négade, 287.

Dulignon-Desgranges. — Excursion sur le littoral de Gascogne, 41.

Delfortrie. — Nouveaux documents sur l'affaissement des côtes de Gascogne, 79. — Altération résultant du pseudomorphisme dans la structure de certains ossements fossiles provenant des couches marno-sableuses du falun, 201. — Eclaircissements sur une mâchoire fossile provenant du pliocène toscan de Volterrano, 33.

— Nouvelles preuves à l'appui de la théorie de la filiation et de la transformation des espèces, 37. — Sur quelques dents de formes singulières provenant des faluns de Saucats (Gironde), 31.

Benoist. — Cloisonnaire fossile nouvelle de l'étage miocène inférieur de la Gironde, XXIII. — *Clypeaster crassicostatus*, retrouvé au lieu dit le Rangeat, XIII. — Fossiles du calcaire de Mons, XLIV. — Murex fossiles provenant de l'étage miocène du Sud-Ouest, LXIV. — Présence de Nummulites dans la partie supérieure des calcaires à Astéries à Cenon, LV. — *Triton* nouveau découvert à Saucats, XXXVI. — Le calcaire de Saint-Estèphe à Cenon, I. — Observations faites au Planta, commune de S^t-Morillon sur la position stratigraphique des couches de terrains de cette contrée, XXXVIII. — Sur une prétendu formation aliotique dans les dépôts quaternaires de notre région, LXIX.

Watebled. — Coquilles fossiles recueillies à Captieux, XII, XX. — Coquilles fossiles recueillies au château d'Olivier, LXI.

Fischer. — Coquilles fossiles recueillies dans un banc argilo-sableux sur la plage d'Arcachon, XXXIII.

Brochon. — Observations sur les *Scutella striatula* et *subrotunda*, XIII, XVIII.

Linder. — Observations sur la transition graduée des terrains de Bazas, de Léognan et de Salles, LVIII.

Lièvre. — Dépôt coquillier à Jonzac (Charente-Inférieure), XI.

Delfortrie. — Deux dents nouvelles de Saurien provenant de l'éocène du Véronais, XI.

Lille. Société Géologique du Nord. Annales de la —, t. VIII, 1879-1880.

Barrois (Ch.). — Note sur les alluvions de la Serre (Aisne), 82. — Fossiles siluriens de Cathervieille, 132. — Sur les recherches inédites de M. Westlake, sur le terrain crétacé d'Angleterre, 132. — Exposé des recherches de M. Gilbert sur les Monts Henry, 160. — Note sur l'étage turonien de l'Irlande, 173. — Résumé du 28^e rapport du Musée d'histoire naturelle de New-York, 177. — Note sur la faune quaternaire de Sangatte, 181. — Sur le terrain silurien de la presqu'île de Crozon, 258.

Barrois (Th.). — Rapport sur les travaux de la Société en 1878-79, 229.

Coroënne. — Compte Rendu de l'excursion à Sainghin, 369. — Idem, à Ath et à Lens, 376.

Duponchelle. — Crustacé du genre *Clytia*, dans les diéves de Bouvines, 180. — Compte-rendu de l'excursion dans les terrains primaires de l'Ardenne et l'Eifel, 319. — Idem, au Gris-Nez et aux environs de Marquise, 360

Gosselet (J.). — Note sur les sables tertiaires des plateau de l'Ardenne, 100. — De l'usage du droit de priorité et son application au nom de quelques Spirifères, 122. — Roches cristallines des Ardennes, 132. — Divisions à établir dans le terrain diluvien de la Somme, 165. — Sondage à Menin, 188. — 3^e Note sur le Famennien; les schistes de Barvaux, 195. — 4^e Note sur le Famennien : division à établir dans les schistes et les psammites des environs de Maubeuge, 206. — Compte-rendu de l'excursion aux environs de S^t-Omer, 235. — Description géologique du canton de Berlaimont, 270.

De Guerne. — Les lignites de Fuveau, 318.

Hallez. — Discours présidentiel à la réunion extraordinaire de S^t-Omer, 217.

Jeannel. — Note sur la présence des phosphates dans le lias des Ardennes et de la Meuse, 201.

Ladrière. — Documents nouveaux pour l'étude du terrain dévonien des environs de Bavai, 1. — Le terrain quaternaire du Nord, 11. — Observations sur une communication de M. Rutot, 99. — Observations sur le terrain crétacé des environs de Bavai, 184. — Note sur les tranchées du chemin de fer d'Hénin-Liétard à Carvin, 211. — Etude sur les limons des environs de Bavai (suite), 302.

De Lapparent. — Sur l'argile à silex du Nord de la France, 79.

Maurice. — Compte rendu de l'excursion dans les régions volcaniques de l'Eifel, 331. — Compte rendu de l'excursion dans le Boulonnais, 1re partie : Falaise du Blanc-Nez, 350. — Idem, à Cassel, 372.

De Mercey. — Note sur la confusion résultant de l'emploi de la dénomination d'argile à silex appliquée à deux dépôts placés, l'un à la base, et l'autre au sommet de la série tertiaire du Nord de la France, 237. — Observations a l'occasion de quelques travaux publiés dans les Annales de la Société géologique du Nord sur le quaternaire ancien, 246.

Ortlieb. — Compte-Rendu d'une excursion géologique à Renaix, 67. — Remarques sur deux sondages à Sangatte, 112. — Note sur les modifications récentes de la côte de Sangatte, 117. — Dents de cheval dans le diluvium de la vallée de la Sambre, 172. — Sur le projet d'établissement d'un nouveau cimetière à Tourcoing, 192.

Potier. — Sur l'argile à silex, 53. — Deux sondages à Sangatte, 112.

Rigaux. — Remarques archéologiques à propos d'une communication sur Sangatte, 112.

Rutot. — Note sur une coupe de terrain observé dans la gare de Frameries près Mons, 92.

Rutot et Van den Broeck. — Les phénomènes post-tertiaires en Belgique, dans leurs rapports avec l'origine des dépôts quaternaires et modernes, 33, 51.

Six. — Le genre *Oldhamia*, Forbes, d'après Rœmer, 115.

Trachet. — Compte rendu de l'excursion dans l'arrondissement d'Avesnes, 382.

Van den Broeck. — Observations sur une communication de M. Gosselet, 171.

Vau Ertborn. — Sur la position du diestien et sur l'âge des sables blancs de Hérenthals, 191.

Lyon. Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts Utiles de —. Annales de la —, 5e série, t. II, 1879.

F. Fontannes. — Première note sur les Foraminifères des terrains tertiaires supérieurs du bassin du Rhône, 199.

Falsan et Chantre. — Etudes sur les anciens glaciers et sur les terrains erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône, 205.

Locard. — Etudes sur les variations malacologiques, d'après les faunes vivantes et fossiles de la partie centrale du bassin du Rhône, 567.

Rouen. Société des amis des Sciences naturelles de —. Bulletin de la —, 2e série, 16e année, 2e semestre 1880.

St-Étienne. Société de l'Industrie minérale. Comptes rendus mensuels, février-mars 1881.

Toulouse. Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme par M. Emile Cartailhac, t. XII, 2e, 3e et 4e livraisons, 1881.

— Société Académique Hispano-portugaise de —. Bulletin de la —, t. I, n° 4, 1880.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften. Monatsbericht der K. P. —, Nov. 1880.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D. —, t. XXXII, nº 3, juillet-sept. 1880.

Rothpletz. — Radiolarien, Diatomaceen und Sphärosomatiten im silurischen Kieselschiefer von Langenstriegis in Sachsen, 447.

A. Nehring. — Uebersicht über vierundzwanzig mitteleuropaïsche Quartärfaunen, 468.

E. Geinitz. — Der Jura von Dobbertin in Mecklenburg und seine Versteinerungen, 510.

Pfaff. — Einige Beobachtungen über den Lochseitenkalk, 536. — Einige Bemerkungen zu Herrn Heim's Aufsatz Zum Mechanismus der Gebirgsbildung, 542.

Gerhard Holm. — Bemerkungen über *Illænus crassicauda*, Wahlenberg, 559.

H. Credner. — Ueber Glacialerscheinungen in Sachsen, nebst vergleichenden Vorbemerkungen über den Geschiebemergel, 572.

W. Branco. — Ueber die Verwandtschaftsverhältnisse der fossilen Cephalopoden, 596.

Huyssen. — Uebersicht der bisheringen Ergebnisse der vom Preussischen Staate ausgeführten Tiefbohrungen im Norddeutschen Flachland und des bei diesen Arbeiten verfolgten Planes, 612.

Jentzsch. — Uebersicht der silurischen Ost-und Westpreussens, 623.

Helmersen. — Riesentöpfe in Curland, 631.

Loretz. — Petrefactenfunde im Thuringer Schiefergebirge, 632.

Neumayr. — Ueber das Alter der Salzgitterer Eisensteine, 637.

Remelé. — Ueber die Basalte oder basaltähnlichen Geschiebe der Eberswalder Gegend, 638.

Breslau. Schlesischen Gesellschaft. Bericht über die thätigkeit der allgemeinen naturwissenschaftlichen Section der —, im Jahre 1867, 1868, 1871, 1872, 1874, 1876, 1877, 1878, 1879.

— — Denkschriften zur feier ihres 50 jährigen Bestehens, herausgeben von der —.

Dresden. Gesellschaft Isis in —. Sitzungsberichte der Naturwissenschaftlichen —, Année 1880, janv. à décembre.

Deichmuller. — Ueber eine Abhandlung von Walter Keeping « on some Columnar Sandstone in Saxon Switzerland », 1. — Uber E. Geinitz : Die Blattinen aus der unteren Dyas von Weissig bei Pillnitz, 75.

Engelhardt. — Ueber den tertiären Susswassersandstein von Grasseth. 5. — Ueber *Hemitelia Laubeji*, Egh., 10. — Ueber pflanzenreste aus den Tertiärablagerungen von Liebotitz und Putschirn, 77.

Dʳ Geinitz. — Ueber Spuren alter Gletschen in Sachsen, 2. — Ueber den Gotthard-Tunnel, 8. — Ueber sogen. Urkalk von Tharandt mit Pflanzenresten, 9. — Ueber die Existenz des untern Dyas in Pensylvanien, 9. — Ueber Sterzel's Arbeit über *Scolecopteris elegans*, Zenker, 9. — Ueber die Fortschritte der geologischen Forschungen in Nord Amerika, 59.

Jentzsch. — Briefliche Mittheilungen über seine Sammlung sächs. Diluvialvorkommisse, 4.

R. Petereit. — Ueber Dunenlandschaften und Profile auf der Kurischen Nehrung, 3.

Zschau. — Ueber Mineralvorkomnisse im Granit, 6. — Ueber ein Vorkommen von Quarz im Syenit des Plauenschen Grundes bei Dresden, 9.

Gotha. Geographischer Anstalt. Mittheilungen aus Justus Perthes' —, t. XXVII, n^os^ 2 et 3, 1881.

Leipzig. Naturforschenden Gesellschaft zu —. Sitzungsberichte der —. 1879, séance du 14 janvier.

— — Id., 1880, n^os^ 1 et 2, mars à déc. 1880.

H. Credner. — Ueber die geologischen resultate, einer Tiefbohrung am Berliner Bahnhofe zu Leipzig, 1.

Stuttgart. Neues Jahrbuch fur Mineralogie, Geologie und Palæontologie, Année 1880, t. II, n^os^ 2 et 3.

Klein. — Ueber den Boracit, 209.

Nehring. — Ein Spermophilus-Skelet aus dem Diluvium des Galgenberges bei Iena, 118.

Rœmer. — Notiz über *Belemnites ambiguus*, Morton, aus der Kreide von New-Jersey, 115.

Steinmann. — Zur Kenntniss fossiler Kalkalgen (Siphoneen), 130. — Zur Kenntniss des « Vesullians » im Südwestlichen Deutschland, 251.

Weisbach. — Mineralogische Notizen, 109.

Werwecke. — Ueber den Nephelin-Syenit der Serra de Monchique in Südlichen Portugal und die denselben durchsetzenden Gesteine, 141. — Mineralogisch petrographische Mittheilungen, 262.

Baltzer. — Ueber Bergstürze, 197.

ögger. — Ueber Olivinfels von Söndmöre, 187.

H. Fischer. — Sprachliches zu Mineralogie und Geologie, 203.

Goldschmidt. — Unterscheidung von Arsenkies, und Arsenikalkies vor dem Löthror, 205.

Gümbel. — Aus den Alpen, 286.

Koch. — Ueber Siebenburgisches Tertiär, 294.

Lang. — Die Alaunschieferscholle von Bakkelaget, 290.

Luedecke. — Ueber Scolezit, Mesolithe und Reisseit, 200.

Mügge. — Glimmerporphyrit vom Steinacher Joch, 293.

Nehring. — Neue Notizen über fossile Lemminge, 297.

Pichler. — Aus Tirol, 292.

Rosenbusch. — Glimmertrachyt von Montecatini in Toscana, 206.

Sandberger. — Sycidien aus den Devon am Sjass, 199. — Ueber Nakrit von Siebenlehn, 288.

Ulrich. — Mineralogisches aus Neu-Seeland, 192.

Wichmann. — Turmalin als authigener Gemengtheil in Sanden, 294.

— — Id., Supplément, t. I, n° 1, 1880.

Maurer. — Paläontologische Studien im Gebiet des Rheinischen Devon. 4. Der kalk bei Greifenstein, 1.

H. Fischer. — Ueber die mineralogische Bestimmung archæologischer Steinobjecte, 113.

Koch. — Petrographische und tektonische Verhältnisse des Syenitstockes von Ditro in Ostsiebenbürgen, 152.

— — Id., Année 1881, T. I, nos 1 et 2.

Werner. — Mineralogische Mittheilungen, 1.

Klocke. — Ueber die optische Structur des Gletschereises, 23. — Ueber ein optisch analoges Verhalten einiger doppeltbrechender regulärer mit optisch zweiaxig erscheinenden tetragonalen Kristallen, 204.

Steinmann. — Die foraminiferengattung *Nummoloculina*, n. g., 31.

Ihering. — Die Aptychen als Beweismittel für die dibranchiaten-Natur der Ammoniten, 44.

Cohen. — Sammlung von Mikrophotographien zur veranschaulichung der mikroskopischen Structur von Mineralien und Gesteinen, 93, 194. — Ueber Capdiamanten, 184. — Lava vom Ilopango-See, 205.

Merian. — Zur Gattung *Graphularia* M. Edw. et H., 96.

Verbeek. — Zur Geologie von Sumatra und Java, 96.

Berwerth. — Kommt Nephrit, in den Alpen vor?, 99.

Streng. — Ueber die Phosphate von Waldgirmes, 101.

Schulze und Stelzner. — Ueber die Umwandlung der Destillationsgefässe der Zinköfen in Zinkspinell und Tridymit, 120.

Luedecke. — Ueber Reissit, 162.

Cathrein. — Ein Beitrag zur kenntniss der Wildschönauer Schiefer und der Thonschiefernädelchen, 169.

Stapff. — Zur Mechanik der Schichtenfaltungen, 184.

Fouqué et Michel Lévy. — Berichtigung, 194.

H. Fischer. — Ueber Nephrit und Jadeit, 196.

Alsace-Lorraine. Colmar. Société d'Histoire naturelle de —. Bulletin de la —, 1879 et 1880.

L'abbé Boulay. — Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller des Vosges, 1.

Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —. Janvier-mars 1881.

Autriche-Hongrie. Vienne. Berg und Huttenmannisches Jahrbuch der K. K. Bergakademien zu Leoben und Pribram, t. XXIX, n° 1, 1881.

Reyer. — Ueber die Granitsocke Studie, 15.

— Geologischen Reichsanstalt. Verhandlungen der K. K. —, 1881, nos 4 et 5.

Stur. — Gebirgshub und Gebirgsschub, 57.

Tietze. — Bemerkungen zu den Ansichten von F. Kreutz über das Erdöl der galizischen Salzformation, 59.

Mojsisovics. — Zur Kartsgeologie, 63.

Tietze. — Ueber einige Bildungen der jungeren Epochen in Nord-Persien, 66.

St. Kontkiewicz. — Kurzer Bericht über die von ihm ausgeführten geologischen Untersuchungen im Südwestlichen Theile von Königreich Polen, 66.

Teller. — Zur Tektonik der Brixener Granitmasse und ihrer nordlichen Umrandung, 69.

Reyer. — Ueber die Tuffe der massigen Erugtivgesteine, 74.

Fuchs. — *Chalicotherium* sp., von Siebenhirten bei Mistelbach, 78.

Rzehak. — Die Fauna des mährischen Rothliegenden, 78.

Doelter. — Von den Capverdischen Inseln, 79.

Lorenz. — Ueber terra rossa, 81.

Dunikowski. — Geologische Verhaltnisse der Dniesterufer in Podolien, 82.

Reyer. — Ueber Predazzo, 83.

Belgique. Bruxelles. Société malocologique de Belgique. Annales de la —, t. XII, 1877.

Lefèvre et Watelet. — Description de deux *Solens* nouveaux du bassin de Paris, 29.

Cogels. — Considérations nouvelles sur les systèmes boldérien et diestien, 7.

Van den Broeck et Cogels. — Observations sur les couches quaternaires et pliocènes de Merxem près d'Anvers, LXV.

Lefèvre. — Note sur les *Rostellaria ampla* de l'éocène et de l'oligocène, LXXXIII.

De Cossigny. — Tableau des terrains tertiaires de la France septentrionale, 37.

G. Dollfus. — *Valvata disjuncta*, espèce nouvelle des meulières supérieures des environs de Paris, 27.

— — Id., t. XIII, 1878.

Briart et Cornet. — Description de quelques coquilles fossiles des argilites de Morlanwelz, 87.

Tiberi. — Mollusques marins vivants et tertiaires d'Italie, 52.

Lefèvre. — Description de l'Ovule des environs de Bruxelles (*Ovula gigantea*, Munster sp.), 22.

Eck. — Note sur le calcaire de Ludes, VII.

Vincent et Rutot. — Quelques nouvelles observations relatives au système wemmelien, L.

Van den Broeck. — Fossiles de l'étage fluvio-marin et du quaternaire du Limbourg, LV.

Van den Broeck et Rutot. — Explorations stratigraphiques et paléontologiques faites dans le Limbourg, LX.

Vincent et Rutot. — Notes sur quelques observations géologiques et paléontologiques faites aux environs de Louvain, LXXII.

— — Procès-verbaux des Séances de la —. Année 1880, Avril à Octobre ; 1881, Janvier à Mars.

Liège. Société géologique de Belgique. Annales de la —, t. V, 1877-1878.

Englebert. — Sondage à la prison de Furnes, LV, LXXVI.

Dewalque. — A propos de la carte géologique du grand duché de Luxembourg par MM. Wies et Siegen, LVI. — Note sur un poisson du calcaire carbonifère inférieur, LIX. — Résultats d'un sondage opéré à Londres, LXV. — Présentation d'un *Lepidoploïos macrolepidotum*, LXXXI. — Calamines du Laurium, LXXXIII.

— Note sur le sondage de Furnes, CVIII. — Cornets calcaires de l'ampélite, CIX.

Malaise. — Communication sur l'*Oldhamia*, LVIII. — Sur des *Lingula*, trouvées à Lierneux, dans le cambrien de l'Ardenne, CXXXVII. — Echantillons d'andalousite avec rutile ?, d'asbeste et de davreuxite, CXXXVIII.

Jannel. — Annonce d'un nouveau gisement fossilifère à Fépin, LX.

De Koninck. — Millérite de Dockra près Beith (Ecosse), LXV. — Asbeste d'Ottré, LXXXIII.

Briart et Cornet. — Sur la craie brune phosphatée de Ciply, 11.

Faly. — Etude sur le terrain houiller; la faille du Midi, 25. — Le poudingue houiller, 100.

Firket. — Note sur un nouveau gîte de fossiles crétacés à Hollogne-aux-Pierres, LXXVIII. — Sur le gîte ferro-manganésifère de Rahier, 33. — Sur une variété de quartz pulvérulent, XC. — Sur la position stratigraphique du poudingue houiller dans la partie Ouest de la province de Liège, 42. — Structure de quelques échantillons de houille et de schiste houiller, CXII. — Gîte d'eurite à Spa, CXIII. — Découverte de la millérite au charbonnage du Hasard, CXX. — Sur la position stratigraphique du poudingue houiller d'Amay, CXXI.

Reuleaux. — Analyse d'argilites herviennes, LXXX.

Delvaux. — Sur quelques ossements fossiles recueillis aux environs d'Overlaer et observations sur les formations quaternaires de la contrée, 48.

Rutot et Vincent. — Sur les terrains tertiaires de Bruxelles, XCVII, CV. — Sur l'absence du système diestien aux environs de Bruxelles, 56. — Relevé des sondages exécutés dans le Brabant par le baron Van Ertborn, 67.

De la Vallée Poussin. — Sur la diorite du champ de Saint-Véron à Lembecq et la présence de la tétraédrite dans les fissures de cette roche, XCVIII.

Cornet. — Sur la rencontre d'ossements d'*Iguanodon* dans un accident du terrain houiller de Bernissart, CV.

Van den Broeck. — Sur les formations tertiaires d'Anvers, CXVII.

Hock. — Sur l'horizon du poudingue houiller dans le N.-E. de la province de Namur, CXXXVIII.

— — Id., t. VI, pl. 4 à 7.

Canada. Montreal. Commission géologique du Canada. Rapport des opérations de 1878-79.

Cracovie. Akademija umiejetnosci w —. Sprawozdanie Komisyi fizijograficznej, pour l'année 1879.

Espagne. Madrid. Comision del mapa geologico de España, t. VII, n° 2.

P. Salterain. — Apuntes para una descripcion fisico-geologica de las jurisdicciones de la Habana y Guanabacoa.

De Cortazar. — Descripcion de un nuevo equinodermo de la isla de Cuba.

N. Monreal. — Datos geologicos acerca de la provincia de Leon.

L. Mallada. — Synopsis de las especies fosiles que se han encontrado en España.

Karrer. — Foraminiferos de las margas terciarias de la isla de Luzon.

Calderon. — Nota sobre las classificaciones metodicas de las rocas volcanicas de Canarias.

De Cortazar. — Reseña fisica y geologica de la provincia de Ciudad-Real.

C. Castel. — Descripcion fisica, geognostica, agricola y forestal de la provincia de Guadalajara.

Etats-Unis. Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings of the —, New Series, t. VII, n° 2, déc. 1879 à mai 1880.

— Boston Society of Natural History. Memoirs of the —, t. III, Partie 2, n° 3.

S.-H. Scudder. — Palœozoïc cockroaches : a complete revision of the species of both worlds with an essay towards their classification.

— — Occasional papers of the —, n° 3.

W. O. Crosby. — Contributions to the geology of Eastern Massassuchets.

— — Proceedings of the —, t. XX, part. 2 et 3, nov. 1879 — janv. 1880.

Shaler. — Evidences of a gradual passage from sedimentary to volcanic Rocks in the Brighton district, 129.

W. O. Crosby. — Occurrence of fossiliferous Boulders in the drift of Truro, Cape Cod, 136. — A possible origin of petrosilicious Rocks, 160. — Evidences of compression in the rocks of the Boston basin, 308.

Sterry-Hunt. — Remarks on the Precambrian Rocks of Great Britain, 140.

G. Fred. Wright. — The kames and moraines of New England, 210.

Warren Upham. — Glacial Drift of Boston and Vicinity, 220.

S. Kneeland. — The mineralized phosphatic guanos of the equatorial pacific Islands, 235.

S. Scudder. — Probable age of Haulover Beach, Nantucket harbor, 329.

Newhaven. The american Journal of Science, t. XXI, n^{os} 123 et 124, mars-avril 1881.

S. Scudder. — Structure and affinities of *Euphoberia* of Meek and Worthen, 182.

Marsh. — Monograph on the Odontornithes, or toothed birds of North America, 255. — New order of extinct Jurassic Reptiles (*Cœluria*) 339. — Discovery of a fossil bird in the Jurassic of Wyoming, 341. — American Pterodactyls, 342.

E. A. Smith. — The geology of Florida, 392.

H. S. Williams. — Channel-fillings in Upper devonian shales, 318.

New York. Lyceum of Natural History. Annals of the —, t. XI, n° 13.

— Academy of Sciences. Annals of the —, t. I, n° 9-13, 1879-80.

Philadelphie. Academy of Natural Sciences of —. Proceedings of the —, 1879, Parties 1 à 3.

Leidy. — Fossil Remains of a Caribou, 32. — Fossil foot tracks of the Anthracite Coal Measures, 164. — Explosion of a Diamond, 195.

V. Lyon. — Descriptions of three new species of Calceolidœ from the upper Silurian Rocks of Kentucky, 43.

Goldsmith. — On Amber containing fossil Insects, 207.

A. Heilprin. — On some new eocene fossils from the Claiborne marine formation of Alabama, 211. — A comparison of the eocene Mollusca of the South-eastern United States and Western Europe in relation to the determination of identical forms, 217.

Ch. Wachsmuth and Fr. Spinger. — Revision of the Paleocrinoïdea, 226.

— American Philosophical Society. Proceedings of the —, t. XVIII, nos 105 et 106, janv.-mars 1880.

Hall. — Relations of the cristalline rocks of Pensylvania to the Silurian limestones and the Hudson River age of the Hydromica schists, 435.

San Francisco. Annual report of the state mineralogist, by H. Hanks, de juin à décembre 1880.

Washington. Smithsonian contributions to Knowledge, t. XXII, 1880.

— Smithsonian Miscellaneous Collections, t. XVI et XVII.

— Smithsonian report for 1878.

— United states Geological and Geographical survey of the territories, t. VI, n° 1, 1881.

Cope. — On some new Batrachia and Reptilia from the Permian beds of Texas, 79. — On a Wading bird from the Amyzon Shales, 83. — On the Nimravidœ and Canidœ of the miocene period, 165. — On the Vertebrata of the Wind river eocene Beds of Wyoming, 183.

Grande-Bretagne. Londres. Geological magazine (the). New series, decade II, t. VIII, nos 3 et 4, mars-avril 1881.

B. Wynne. — On the travelled blocks of the upper Punjab and a supposed glacial period in India, 97.

Davidson and G. Maw. — On the U. Silurian Rocks of Shrophire, with their Brachiopoda, 100.

Dana. — Metamorphism of Massive Crystalline Rocks, 110, 162.

Hudleston. — Contributions to the Palœontology of the Yorkshire Oolithes, 119.

Ussher. — Prehistoric Europe and the Cornish Forest-beds, 131.

Kinahan. — Laccolites, 134.

Davidson. — New Upper Silurian Brachiopoda from Shropshire, 145.

Dawson. — Geology of British Columbia, 156.

Herries. — The Bagshot beds, 171.

Lamplugh. — On a shell-bed under the Drift at Speeton near Filey, Yorkshire, 174.

Rupert Jones. — On the Carboniferous system in Britain, 181.

— Geological Society. The quarterly Journal of the —, t. XXXVII, part. I, n° 145, févr. 1881.

Phillips. — On the Occurrence of remains of Recent Plants in Brown Iron-ore, 1. — On the constitution and history of grits and Sandstones, 6.

Kendall. — On the interglacial Deposits of West Cumberland and North Lancashire, 29.

Seeley. — On Remains of a Small Lizard from the Neocomian Rocks of Comen, near Trieste, 52.

Buckman. — On the terminations of some Ammonites from the inferior oolite of Dorset and Somerset, 57.

Moore. — On abnormal Deposits in the Bristol district, 67.

J. W. Carrall. — On the locality of some fossils found in the Carboniferous Rocks at Tang Shan, China, 83.

Inde. Calcutta. Geological Survey of India. Memoirs of the —, in-4°, serie X, t. I, part. IV.

Lydekker. — Supplement to crania of ruminants.

— — Id., in-4°, ser. X, t. I, part. V.

Lydekker. — Siwalik and Narbada proboscidia.

— — Id., in-4°, ser. XIII.

W. Waagen. — Salt-range fossils.

— — Id., in-8°, t. XV, part. 2.

Griesbach. — Geology of the Ramkola and Tatapani Coal-fields.

— — Id., in-8°, t. XVII, part. 2.

Wynne. — Trans-Indus extension of the Pundjab Salt-Range.

— — Id., in-8°, t. XVII, part. I.

Blanford. — Geology of Western Sind.

— — Records of the —, t. XII, part. 4, 1879.

Waagen. — Note on the Attock slates and their probable geological position, 183.

W. Theobald. — On a marginal bone of an undescribed tortoise from the upper Siwaliks, near Nila, in the Potwar, Pundjab, 186.

R. Bruce Foote. — Sketch of the geology of North Arcot district, 187.

Wynne. — On the continuation of the road section from Murree to abbottabad, 208.

— — Id., t. XIII, part. 1 et 2, 1880.

W. King. — Additionnal notes on the Geology of the upper Godavari basin in the neighbourhood of Sironcha, 13. — On the artesian wells at Pondichery, and the possibility of finding such sources of water-supply at Madras, 113.

Lydekker. — Geology of Ladak and neighbouring districts, 26. — Teeth of fossil fishes from Ramri island and the Pundjab, 59.

O. Feistmantel. — Note on the fossil genera *Næggerathia*, Stgb., *Næggerathiopsis*, Fstm., and *Rhiptozamites*, Schmalh, in palæozoic and secondary rocks of Europe, Asia and Australia, 61. — Notes on fossil plants from Kattywar, Shekh Budin, and Sirgujah, 62.

G. T. Clark. — On volcanic foci of eruption in the Konkan, 69.

Griesbach. — Geological notes, 83. — Palæontological notes on the lower Trias and the Himalayas, 94.

Italie. Rome. Bulletino del vulcanismo italiano, 7e année, n° 12, déc. 1880.

Pise. Societa Toscana di Scienze naturali. Atti della —. Processi verbali, séance du 9 janv. 1881.

De Stefani. — Il miocene di Caniparola, 140. — Osservazioni ad alcune publicazioni geologiche del R. comitato geologico italiano sulle Alpi Apuane, 141. — Pieghe costituenti le Alpi Apuane, 156.

Busatti. — Diaspro di Stribugliano, 163.

Manzoni. — Spugnee silicee della molassa miocenica del Bolognese, 166.

Turin. Reale Accademia delle scienze di —. Memorie della —, 2e série, t. XXXII, 1880.

Portis. — Di alcuni fossili terziarii del Piemonte e della Liguria, appartenenti all'ordine dei Chelonii, 113.

Baretti. — Il ghiacciaio del Miage versante italiano del gruppo del Monte Bianco (Alpi Pennine), 269.

Portugal. Lisbonne. Sociedade de Geographia de —. Boletim da —, 2e série. nos 1 et 2, 1880.

Russie. Saint-Pétersbourg. Académie impériale des sciences de —. Bulletin de l'—, t. XXVI, no 3.

Dr F. A. Forel. — Les échantillons de limon dragués en 1879 dans les lacs d'Arménie, 571.

— — Mémoires de l'—, t. XXVIII, no 2.

Suisse. Genève. Revue géologique suisse pour l'année 1880, par *Ernest Favre*, 1881.

— Société Paléontologique suisse. Mémoires de la —, t. VII, 1880.

Dr Forsyth Major. — Beiträge zur Geschichte der fossiler Pferde insbesondere Italiens.

Ph. de la Harpe. — Etude des Nummulites de la Suisse, 1re partie.

L. Rutimeyer. — Beiträge zur einer natürlichen Geschichte der Hirsche.

Koby. — Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse, 1re partie.

P. de Loriol. — Monographie paléontologique de la zone à *Ammonites tenuilobatus* d'Oberbuchsitten.

P. de Loriol. — Description de quatre Echinodermes nouveaux.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 25 Avril au 20 Juin 1881

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(*Les noms des donateurs sont en italiques.*)

Barrois (*Ch.*). Analyse des études de M. Ch. Whitman Cross sur des roches de Bretagne, in-8°, 29 p. (Ext. des Annales de la Soc. Géol. du Nord, 30 mars 1881).

Bergdirection zu Idria. Das K. K. Quecksilberwerk zu Idria in Krain, in-4°, 65 p., Vienne, 1881.

Bleicher. Etudes de géologie comparée sur le terrain quaternaire d'Italie, d'Algérie, du Maroc, de l'Est de la France et de l'Alsace, in-8°, 8 p. (Ext. de l'Assoc. franç. pour l'Av. des Sc., congrès de Reims, 1880).

— Recherches sur l'étage bathonien ou grande oolithe des environs de Nancy, in-8°, 23 p. (Ext. du Bul. de la Soc. des Sciences de Nancy, 1881).

Collett (*Robert*). Fiske den Norske Nordhaus-expeditions, in-folio, 164 p. 5 pl., Christiania, 1880.

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Levé géologique de la planchette 3 de la feuille XXXII (Lubbeek) et de la planchette 7 de la feuille XXV (Kermpt) par Van Ertborn et P. Cogels.

— Texte explicatif du levé géologique des planchettes de Lubbeek et de Kermpt, par Van Ertborn et P. Cogels, in-8°, Bruxelles, 1881.

Cotteau. La section de Géologie du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Reims, in-8°, 4 p. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. IX, 1881).

— Echinides nouveaux ou peu connus (16e article), in-8°, 12 p. 2 pl., Paris, chez Baillière, 1880.

— Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques ; session de Lisbonne, in-8°, 38 p., Auxerre, 1881.

— Sur les échinides de l'étage turonien de l'Algérie, in-8°, 3 p. (Ext. de l'Ass. fr. pour l'av. des Sc., Congrès de Reims, 1880).

— Exposition d'Histoire naturelle à Reims, in-8°, 8 p. (Ext. de l'Ass. fr. pour l'avancement des Sc., Congrès de Reims, 1880).

— Echinodermes réguliers du terrain jurassique, in-8°, 95 p., 24 pl., livraisons 45 et 46. (*Comité de la Paléontologie française*, 1881).

— *Peron et Gauthier.* Echinides fossiles de l'Algérie, 7e fascicule, étage sénonien, in-8°, 118 p., 8 pl., Paris, chez G. Masson, 1881.

Cope. On some new Batrachia and Reptilia from the permian beds of Texas, etc., in-8°, 44 p. Washington, 1881.

— The systematic arrangement of the order *Perissodactyla*, with a note on the structure of the foot of *Toxodon*, in-8°, 30 p. (Ext. de Am. Phil. Soc., avril 1881).

— On the extinct cats of America, in-8°, 26 p. (Ext. de l'American Naturalist, décembre 1880).

— Second Contribution to the history of the Vertebrata of the Permian formation of Texas, in-8°, 6 pl. (Paleontological Bulletin, mai 1881).

— Mammalia of the lower eocene beds, in-8°, 2 p. (Ext. de l'American Naturalist, avril 1881).

Davidson. Descriptions of new upper silurian Brachiopoda from Shropshire, in-8°, 12 p. (Ext. de Geological Magazine, avril 1881).

— Monograph of the bristish fossil Brachiopoda, vol. IV part. IV : Devonian and silurian Brachiopoda that occur in the triassic pebble bed of Budleigh Salterton, in Devonshire, in-4°, 52 p. 5 pl., Londres, 1881.

Delfortrie. Sur quelques dents de formes singulières provenant des faluns de Saucats (Gironde) in-8°, 2 p. (Ext. des Act. de la Soc. linnéenne de Bordeaux, t. XXXI).

— Eclaircissements sur une mâchoire fossile provenant du pliocène toscan de Volterrano, in-8°, 3 p. (Extrait des Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. XXXI).

— Nouvelle preuve à l'appui de la théorie de la filiation et de la transformation des espèces, in-8°, 3 p. (Extrait des Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux, t. XXXI).

Dorlhac. Etude des gîtes minéraux de la France. Bassin houiller de Brioude et de Brassac, in-4°, 286 p. et atlas in-folio de 17 pl., Paris, chez Quantin, 1881.

Dru et Munier-Chalmas. Hydrologie, géologie et paléontologie des chotts tunisiens, in-8°, 79 p. 7 pl., Paris, chez Chamerot, 1881.

Fritsch. Fauna der Gaskohle der kalksteine der permformations böhmens, t. I, n° 3, in-4°, 32 p., 12 pl., Prag, 1881.

Gümbel. Nachtrage zu den Mittheilungen über die Wassersteine

(Enhydros) von Uruguay, und über einige süd und mittelamerikanische sogen. Andesite, in-8°, 48 p. 1881.

Hébert. Nomenclature et classification géologiques, in-8°, 15 p. Paris, chez Masson, 1881.

Hellmann. Kurse Anleitung zur Anstellung der einfachsten klimatologischen Beobachtungen, in-8°, 14 p. Berlin, 1881.

Lalanne et Lemoine. Résumé des observations centralisées par le service hydrométrique de la Seine, pendant l'année 1879, in-8°, 92 p., Versailles, 1881 (Service des *Ponts et Chaussées*).

— Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1879, par le service hydrométrique de la Seine, in-folio, 1881. (Service des *Ponts et Chaussées*).

Lasaulx (*A. von*). Ueber sogenannten Kosmichen Staub, in-8°, 16 p. (Ext. de Min. und Pet. Mitth. von Tschermak) Vienne, 1881.

Locard. Etudes sur les variations malacologiques d'après la faune vivante et fossile de la partie centrale du bassin du Rhône, 2 vol. in-8°, 1,033 p., 5 pl., Lyon, chez Georg, 1881.

Mercalli. I terremoti dell'isola d'Ischia, in-8°, 19 p. (Ext. de Atti della Soc. It. di Sc. nat., t. XXIV, 1881).

— Contribuzioni alla geologia del isole Lipari, in-8°, 15 p. (Ext. de Atti della Soc. It. di Sc. nat. t. XXII, 1879).

De Mercey. Sur un sondage exécuté à Saint-Blimont (Somme), in-8°, 16 p. Amiens 1879. (Extrait du Bull. de la Soc. linnéenne du Nord de la France).

— Note sur la confusion résultant de l'emploi de la dénomination d'argile à silex appliquée à deux dépôts placés l'un à la base, l'autre au sommet de la série tertiaire du Nord de la France, in-8°, 10 p. (Extrait des Annales de la Société Géol. du Nord, t. VII, 1880).

— Observations à l'occasion de quelques travaux publiés dans les Annales de la Société Géologique du Nord sur le Quaternaire ancien, in-8°, 12 p. (Ext. des Annales Soc. Géol. du Nord, t. VII, 1880).

— Sur les couches de Sinceny, in-8°, 8 p. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. VII, 1880).

— Sur les sables de Bracheux et l'argile plastique, in-8°, 15 p. 1 pl. (Ext. Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. VIII, 1880).

— Compte rendu de la course de la Société géologique de France à Maignelay, in-8°, 11 p. 1 pl. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. VI, 1880).

— Remarques sur la classification du terrain crétacé supérieur, in-8°, 32 p. (Ext. du Bul. Soc. Géol. de France, 3e série, t. VII, 1880).

Piret. La fontaine ardente de Saint-Barthélemy (Isère), in-8°, 77 pages, Grenoble, 1881.

Pettersen. Lofoten og Vesteraalen, in-8°, 97 p. (Ext. de Archiv. for Mat. og Naturvidenskab, 18.:).

Robert. Quelques mots sur la question glaciaire, in-8°, 5 p. (Ext. de l'Ass. fr. pour l'Av. des Sc., Congrès de Reims, 1880).

Struckmann. Ueber den Parallelismus der hannoverschen und der englischen oberen Jurabildungen, in-8°, 24 p., Stuttgart, 1881. (Extrait de N. Jahrb. für Min. Geol. und Pal. 1881).

Tornæ. Chemi den Norske Nordhaus-expedition in-folio, 76 p., 3 cartes, Christiania, 1880.

2° OUVRAGES PÉRIODIQUES.

France. Paris. Académie des Sciences. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'—, t. XCII, n^{os} 16 à 24, (18 avril — 13 juin 1881).

G. Rolland. — Sur les grandes dunes de sable du Sahara, 968.

Daubrée. — Météorite tombée à Louans (Indre-et-Loire) le 25 janvier 1845, 984.

Fouqué. — Sur la série stratigraphique des roches qui constituent le sol de la Haute-Auvergne, 1039.

Filhol. — Sur quelques feldspaths de la vallée de Bagnères de Luchon, 1059.

Gaudry. — Sur les plus anciens reptiles trouvés en France, 1143.

Fayol. — Etudes sur le terrain houiller de Commentry, 1143, 1296.

De Saporta et Marion. — Sur les genres *Williamsonia*, Carruth., et *Goniolina*, d'Orb., 1185, 1268.

Julien. — Sur l'existence du terrain cambrien à Saint-Léon et Chatelperron Allier), 1293.

Hébert. — Observations sur les résultats géologiques fournis par les missions de M. le commandant Roudaire dans les chotts tunisiens, 1310.

Julien. — Sur la faune carbonifère de Regny (H^{te}-Loire) et ses relations avec celle de l'Ardoisière (Allier), 1431.

— Annales des Mines, 7^{e} série, t. XIX, 1re livraison de 1881.

— Journal des Savants, janv.-avril 1881.

— La Nature, revue des Sciences, 9^{e} année, n^{os} 413-420, 30 avril-18 juin 1881.

A. Gaudry. — Sur un nouveau genre de poisson fossile, 357.

— Revue des travaux scientifiques, mars-juin 1881.

— Société botanique de France. Bulletin de la —, t. XXVII, n° 6, et revue bibliographique D, E, 1880.

— — Id., t. XXVIII, n° 1.

Ed. Bureau. — De la nomenclature des plantes fossiles à l'occasion du prochain congrès géologique de Bologne, 8.

Zeiller. — Note sur la situation des stomates dans les pinnules du *Cycadopteris Brauniana*, Zigno, 23.

— Société d'Anthropologie de —. Bulletins de la —, 3e série, t. III, n° 4, juillet-déc. 1880.

— Société de Géographie. Bulletin de la —, pour février, avril, septembre 1878, et pour janvier, février, mars, 1881.

Amiens. Société linnéenne du Nord de la France. Bulletin mensuel, t. V, n° 101, novembre 1880.

Auxerre. Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, t. XXXIV, 1880.

Bordeaux. Société linnéenne de —. Actes de la —, t. XXXIV, 1880.

Delfortrie. — Découverte d'un squelette entier de *Rytiodus* dans le falun aquitanien, 131.

Benoist. — Etude sur les espèces de la famille des Muricinœ observés dans le miocène du Sud-Ouest de la France, 146. — Présentation d'une carte géologique des communes de Vertheuil et de Saint-Estèphe, XXXVIII.

Degrange-Touzin. — La pique longue du Vignemale et l'axe granitique de la chaîne des Pyrénées, II. — Compte rendu géologique de l'excursion de Langoiran, XVII. — Compte rendu d'une excursion faite à Vertheuil, XVIII. — Compte rendu géologique de l'excursion de Saint-André-de-Cubzac, XXV. — Note géologique sur la Jalle de Saint-Médard et sur les affleurements fossilifères de cette commune, LIV.

Balguerie. — Rencontre de la *Ferussina anostomœformis*, dans le falun du Paren, IX.

Artigue. — Des causes des érosions de la plage de Soulac, XXXVI.

Brochon. — Opinion sur l'emploi du terme oligocène dans la classification des terrains de la Gironde, XL.

Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale. Comptes rendus mensuels, avril, mai 1881.

— — Bulletin de la —, 2e série, t. IX, n° 4, 1880.

— — Atlas de la —, 2e série, t. IX, n° 4, 1880.

Toulouse. Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme, par M. E. Cartailhac, 2e série, t. XII, n° 5, 1881.

Girardot. — Etudes d'archéologie préhistorique, de géologie et de botanique dans les environs de Chatelneuf (Jura), 233.

Valenciennes. Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de —. Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, t. XXXIV, nos 1, 2 et 3, janv.-mars 1881.

Allemagne. Berlin. Akademie der Wissenschaften zu —. Monatsbericht der K. P. —, décembre 1880 et janvier 1881.

— Geographische Nachrichten für Welthandel und Volkswirtchschaft, t. III, nos 1 à 3, 1881.

— Geologischen Gesellschaft. Zeitschrift der D. —, t. XXXII, n° 4, oct.-déc. 1880.

Dames. — Ueber Cephalopoden aus dem Gaultquader des Hoppelberges bei Langenstein unweit Halberstadt, 685.

Hoyer. — Ueber das Vorkommen von Phosphorit und Grünsand-Geschieben in Westpreussen, 698.

Kayser. — *Dechenella*, eine Devonische gruppe der gattung *Phillipsia*, 703.

Rammelsberg. — Ueber die Vanadinerze aus dem Staat Cordoba in Argentinien, 708.

Bauer. — Dioptas aus den Cordilleren von Chili, 714. — Nochmals die krystallform des Cyanits, 717.

Struckmann. — Ueber die Verbreitung des Renthiers in der Gegenwart und in älterer Zeit nach Massgabe seiner fossilen Reste unter besonderer Berücksichtigung der D. Fundorte, 728.

Wahnschaffe. — Ueber Gletschererscheinungen bei Velpke und Danndorf, 774.

Lang. — Ueber den Gebirgsbau des Leinethales bei Göttingen, 799.

Gotha. Geographischer Anstalt. Mittheilungen aus Justus Perthes' —, t. XXVII, n^os^ 4-6, 1881.

— — Id., Ergänzungsheft n° 64.

Stuttgart. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palœontologie, t. I, n° 3, 1881.

Neumayr. — Ueber den Lias im südöstlichen Tirol und in Venetien, 207.

Sauer. — Rutil als mikroskopischer Gemengtheil in der Gneiss und Glimmerschieferformation, sowie als Thonschiefernädelchen in der Phyllitformation, 227.

Klein. — Mineralogische Mittheilungen, 239.

Alsace-Lorraine. Mulhouse. Société industrielle de —. Bulletin de la —, avril 1881.

Australie. Adelaïde. Royal Society of South Australia. Transactions and proceedings and report of the —, t. III, 1879-80.

Tenison-Woods. — On some recent and fossil australian Selenariadœ, 1. — On some new fossil Corals, 99.

Tate. — On a new species of Belemnite from central Australia, 104. — On the tertiary palliobranchs of Australia, 140.

Gavin Scoular. — On the geology of the Munno Para east, 106.

Autriche-Hongrie. Vienne. Geologischen Reichsanstalt Verhandlungen der K. K. —, mars-mai 1881.

Loeffelholz. — Ein Beitrag zur Feststellung des Alters der Lœssbildung bei Wien, 89.

Josef Wentzel. — Fossile Pflanzen aus den Basalttuffen von Warnsdorf in Bohmen, 90.

Laube. — Neue knochenfunde aus dem Lehm der umgebung von Prag, 93.

Paul. — Ueber Petroleumvorkomnisse in der nordlichen Walachei, 93.

Hilber. — Vorlage geologischer Karten aus Ostgalizien, 95.

Kreutz. — Erklarung zu D^r^ Tietze's « Bemerkungen zu den Ansichten von F. Kreutz über das Erdöl der galizischen Salzformation », 101.

Kittl. — Ueber einen neuen Fund von *Listoriodon*, 103.

Mojsisovics. — Ueber die Cephalopodenfauna der Trias-Schichten von Mora d'Ebro in Spanien, 105.

Paul. — Ueber das Ozokerit und Erdolvorkommen von Boryslaw, 107.

F. Kreutz. — Ueber die Bildung und Umbildung von Erdwachs und Erdöl in Galizien, 113. — Ueber den Ursprung des Steinsalzes am Rande der Karpathen, 119.

Dr A. Brezina. — Pseudometeorit gefunden in Cista, Pilsener Creis, Bohmen, 121.

Hilber. — Die Stellung des ostgalizischen Gypses und sein verhaltniss zum Schlier, 123.

V. Foullon. — Krystallogenetische Beobachtungen, 131.

Kittl. — Ueber die Mineralquellen Nordbohmens, 149.

Wurm. — Limonitconcretionen in der Umgebung von Bohmish Leipa, 153.

Engelhardt. — Dritter Beitrag zur Kentniss der Flora des Thones von Preschen bei Bilin, 154.

Kramberger. — Studien über die Gattung *Saurocephalus*, Harl., 155.

Dames. — Ueber die Cephalopoden aus dem Gaultquader des Hoppelberges, 155.

Dölter. — Spuren eines alten Festlandes auf den Capverdischen Inseln, 156.

Vacek. — Vorlage der geologischen Karte der Umgebung von Trient, 157.

Szajnocha. — Das Petroleumvorkommen von Sloboda Rungurska in Ost-Galizien, 162.

Buda-Pesth. Geologischen Anstalt. Mittheilungen aus den Jahrbuche der K. U. —, t. IV, n° 4, 1881.

Böckh. — Geologische und Wasser-verhältnisse der umgebung der Stadt. Funfkirchen.

Brésil. Rio de Janeiro. Archivos do Museu national do —, t. II, 1877.

Derby. — Contribuiçoes para a geologia da regiao do Baixo-Amazonas.

— — T. III. 1878.

Leandro Dupré. — Estudo geologico et mineralogico da regiao E. de Ouro Preto.

Correa da Costa. — Estudo geologico da regiao de S. Bartholomeu e da mina da Tapera perto de Ouro Preto.

O. A. Derby. — A geologia da regiao diamantifera da provincia do Parana, no Brasil.

Danemarck. Copenhague. Académie royale de —, 1880, n° 3 et 1881, n° 1.

Espagne. Madrid. Sociedad española de historia natural. Anales de la —, t. X, n° 1.

Calderon y Arana. — Ensayos de geologia general. — La evolucion terrestre, 15.

Macpherson. — Apuntes petrographicos de Galicia, 49.

Etats-Unis. Newhaven. The american journal of science, t. XXI, nos 125 et 126, mai, juin 1881.

Dawson. — Geology of Peace river region, 391.

Marsh. — American Jurassic Dinosaurs, 417. — New jurassic mammals, 511.

Dana. — Geological relations of the limestone belts of Winchester County etc., 425.

Whiteaves. — Fossil fishes from the devonian rocks of Scaumenac bay, in the province of Quebec, 494.

Grande-Bretagne. Londres. The geological magazine. New series, decade II, t. III, n^{os} 5 et 6, mai-juin 1881.

Woodward. — Note on a Head-shield of *Zenaspis Salvegi*, 193.

Roberts. — Position of the Twt Hill Comglomerate, 194.

Mellard Reade. — Aeolian sandstone, 197.

Howorth. — The mammoth in Europe, 198, 251.

Milne Home. — Glaciation of the Shetlands, 205.

Lock. — Volcanic History of Iceland, 212.

M. Dawson. — Geology of British Columbia, 214.

Gardner. — Subsidence and Elevation, 241.

Marr. — Classification of the Cambrian and Silurian rocks, 245.

Newton. — The Vertebrata of the Forest-bed series of the east of England, 256.

Ch. Lapworth. — Correlation of the lower palœozoic rocks of Britain and Scandinavia, 260.

— Geological Society of —. Abstracts of the proceedings of the —, n° 406, juin 1881.

— Geologist's Association. Proceedings of the —, t. VII, n° 1, avril 1881.

Hicks. — On some recent researches among precambrian rocks in the bristish Isles, 59.

— Report of the fiftieth meeting of the Bristish association for the advancement of science, held at Swansea, in august and september 1880.

A. Roope Hunt. — Notes on the submarine geology of the english Channel of the coast of South Devon, 573.

Boyd Dawkins. — On the action of carbonic acide on Limestone, 573.

Kinahan. — On the *hiatus* said to have been found in the rocks of West Cork, 574.

Dalton. — Note on the range of the Lower tertiaries of East Suffort, 575.

O'Reilly. — On the relation to be established between coast-line directions represented by great circles on the Globe and the localities marked by Earthquakes in Europe, 576.

Sollas. — On the Island of Torghatten, 576. — On a fragment of micaschist, 577.

Blanford. — On the geological age and relations of the Siwalik and Pikermi vertebrate and Invertebrate faunas, 577.

E. Wethered. — On the sandstones and grits of the lower and middle series of the Bristol Coalfield, 579.

Prestwich. — On the Geological evidence of the temporary submergence of the Southwest of Europe during the early human period, 581.

Ch. Moore. — Proofs of the nature of *Eozoon canadense*, 582.

Hicks. — On some precambrian rocks in the Harlech mountains, Merionetshire, 584.

Collins. — On the fault systems of central and west Cornwall, 584.

Phèné. — On the geology of the Balearic Islands, 585.

Sollas. — On a striated stone from the Trias of Portishead, 586. — On sponge-spicules from the Chalk of Trimmingham, Norfolk, 586.

Dawson. — Sketch of the geology of British Columbia, 588.

Godwin-Austen. — On the post-tertiairy and more recent deposits of Kashmir and the Upper Indus valley, 589.

Bruce Foote. — Notes on the occurrence of stone implements in the coast laterite south of Madras, 589.

De Rance. — On the preglacial contours and post-glacial denudation of the North-West of England, 590.

Edimbourg. Royal Society of —. Proceedings of the —, 1879-80.

Geikie. — On the geology of the rocky mountains, 426. — The geology of the Faroe Islands, 495.

Traquair. — Report on fossil fishes collected by the geological Survey of Scotland in Roxburgshire and Dumfriesshire, 710.

Peach. — On some new Crustacea from the Cementstone group of the calciferous sandstone series of Esksdale and Liddesdale, 711.

— — Transactions of the —, t. XXIX, n° 2, 1879-80.

Penzance. Royal Geological Society of Cornwall, t. X, part. 3, janvier 1881.

Ussher. — Pleistocene notes on the cornish coast, between Plymouth and Looe, 63. — The devonian rocks between Plymouth and East Looe, 70.

W. Smyth. — On the occurrence of feather ore (plumosite) in Foxdale mine, isle of Man, 82.

Peach. — On fossils from the rocks of Cornwall, 90.

Collins. — Note on the occurrence of stanniferous deer horns in the tin gravels of Cornwall, 98. — Note on the supposed serpentine of the parish of Saint-Veep, 101.

Worth. — Notes on the geology of the South-east border of Cornwall, 103.

Indes néerlandaises. Batavia. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indie, t. XXXIX, 1880.

Italie. Rome. Bullettino del Vulcanismo italiano, t. VIII, n^{os} 1 à 3, 1881.

Pise. Societa Toscana di Scienze naturali. Atti della —. Processi verbali, 13 mars 1881.

D'Achiardi. — Su di alcuni minerali della miniera del Frigido presso Massa nelle Alpi Apuane, 171.

G. Meneghini. — Ammoniti del Lias medio, 188.

M. Canavari. — Alcuni nuovi Brachiopodi degli strati a *Terebratula aspasia*, Mgh., nell'Apennino centrale, 197.

Pantanelli. — Su alcune rocce della Montagnola senese, 197.

Meneghini. — Nuovi triboliti di Sardegna, 199.

De Stefani. — Studi microlithologici pel Paleozoico e pel Trias delle Alpi Apuane, 202. — Il macigno di Porretta ed i terreni corrispondenti, 206. — Origine degli strati *Pontici* intorno al Mediterraneo, 209. — Sui terreni marini dell'epoca postpliocenica, 212. — Le pieghe dell'Infralias nelle Alpi apuane, 216.

S. de Bosniaski. — Una pianta fossile del Verrucano dei Monti Pisani, 219. — Le argille da stoviglie del Camerinese, 221. — L'eta geologica dei monti della Tolfa, 222.

Forsyth Major. — *Squalodon quaternarium*, 227. — Studii sugli avanzi pliocenici del genere *Sus*, 227.

Turin. Accademia delle Scienze di —. Atti della R. —, t. XVI, n^os^ 1 à 6, nov. 1880-avril 1881.

Cossa. — Nota su alcune roccie serpentinose del Gottardo, 71. — Nota sopra alcune roccie serpentinose dell'Appennino bobbiese, 296.

Cossa e Mattirolo. — Sopra alcune roccie del periodo silurico nel territorio d'Iglesias (Sardegna), 385.

— Regia Universita di —. Bollettino dell'Osservatorio della —, t. XV, 1880.

Pays-Bas. Harlem. Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, t. XV, n^os^ 3-5, 1880.

Russie. Saint-Pétersbourg. Académie des Sciences de —. Bulletin de l'—, t. XXVII, n^os^ 1 et 2.

— — Mémoires de l'—, t. XXVIII, n° 3.

Moscou. Société impériale des Naturalistes de —. Bulletin de la —, année 1880, n^os^ 3 et 4.

Trautschold. — Ueber *Bothriolepis Panderi*, Lahusen, 169. — Ueber den Jura des Donjezthales, 183. — Ueber die Terebrateln des Moskauer Jura, 364. — Ueber *Synyphocrinus*, 390.

Suisse. Berne. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, t. XIV, n° 3, 1881.

Gutzwiller, Kaufmann, und C. Moesch. — Geologische Beschreibung der kantone Appenzell, Saint-Gallen, Glarus und Schwyz.

E.